



**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

Gisele Jardim Bolze

**ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DE JAGUATIRICA, *LEOPARDUS***  
***PARDALIS*, NO LIMITE SUL DA MATA ATLÂNTICA**

PORTO ALEGRE  
2019

Gisele Jardim Bolze

**ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DE JAGUATIRICA, *LEOPARDUS  
PARDALIS*, NO LIMITE SUL DA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biologia e Comportamento Animal

Orientadora: Dra. Maria João Ramos Pereira

Coorientadora: Dra. Flávia Pereira Tirelli

PORTO ALEGRE

2019

Gisele Jardim Bolze

**ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DE JAGUATIRICA, *LEOPARDUS  
PARDALIS*, NO LIMITE SUL DA MATA ATLÂNTICA**

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Dra. Larissa Rosa de Oliveira

---

Dr. Murilo Guimarães Rodrigues

---

Dr. Carlos Benhur Kasper

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe que apesar de todas as dificuldades nunca mediu nenhum esforço para dar tudo que eu e meus irmãos precisávamos, agradeço muito todo o apoio e incentivo.

Agradeço muito minhas orientadoras: A Maria João, por ter aceitado essa difícil tarefa que foi me orientar, eu prometo que nunca mais vou esquecer que os números menores que 10 são por extenso. Agradeço por toda a paciência e sensibilidade que teve para comigo, especialmente nos últimos meses. Agradeço a Flávia por todos os ensinamentos estatísticos, ou em campo e por todas as risadas e puxões de orelha. Ser orientada por duas pesquisadoras tão dedicadas e humildes foi realmente um grande prazer, é um orgulho que carregarei sempre comigo.

Agradeço ao professor Márcio Borges Martins e Dênis Sana pelas sugestões na banca de acompanhamento e ao Dênis também por ter participado do teste cego auxiliando na identificação das jaguatiricas.

Agradeço a meus dois demônios inseparáveis Cíntia e Diego pela parceria e amizade nos últimos sete anos. Obrigada por me acompanharem essa jornada desde o primeiro ao último dia.

Agradeço ao Tabajara por ter evitado que eu enlouquecesse com scripts que não rodavam, todo teu conhecimento em programação salvou minhas análises e todo teu carinho foi fundamental para mim nos últimos meses. Obrigada por todo incentivo e parceria.

Agradeço aos amigos do Grupo Escoteiro Japão por todo o apoio mesmo quando precisei me afastar, a tropa Kamikaze por me incentivar a melhorar cada dia mais.

A Flávia, Paula, Paloma e Lana, mais conhecidas como “Equipe Maravilha”! Equipe que fazia campo com calça rasgada, carro atolado, abelha na cara, fugindo de vacas, temporal ou calor infernal. Escalava, caía, escorregava, caía mas sempre levantava! Tinha refeições requintadas, tinha cantoria, tinha carrapato, tinha berne, tinha mumu pra subir, tinha vontade de rir e de chorar. Obrigada gurias, esses campos não teriam sido tão loucos sem vcs!

A todos que auxiliaram nas triagens de vídeos das armadilhas fotográficas, Nati, Vicky, David, Jordani!

Agradeço a todos os integrantes do BiMaLab que sempre de alguma forma, procuravam ajudar. Seja oferecendo um mate, uma ajuda em uma análise ou em um mapa ou simplesmente uma boa conversa e café. Agradeço aos funcionários dos parques que estavam sempre dispostos a nos auxiliar da forma que podiam, ao Magnus pelo apoio no PNSG. Ao Maicon do PET por

ter nos levado para conhecer os lugares mais lindos e incríveis do Turvo! Aos demais guardas que sempre nos apoiaram Carlos, Vilmar, Dinho. A Solange e Bjorn !

Agradeço a todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho!

## Resumo

A jaguatirica *Leopardus pardalis* (Felidae, Carnivora) é o terceiro maior felídeo neotropical. Embora ocorra em diversos ambientes, sua presença é associada a ambientes com elevada cobertura vegetal. O estado do Rio Grande do Sul (RS), no Brasil, representa o limite sul da distribuição mundial da espécie. Nesse, a espécie ocorre associada ao bioma Mata Atlântica, concentrada na porção norte, e é classificada como “Vulnerável” na lista de espécies ameaçadas do estado. Para conservar uma espécie é essencial conhecer suas preferências de habitat, assim como aspectos demográficos. Por exemplo, a identificação de uma tendência para aumento ou declínio populacional permite avaliar a situação de equilíbrio populacional, auxiliando na avaliação do *status* de conservação da espécie. Adicionalmente, permite formular hipóteses sobre os fatores que favorecem ou prejudicam a permanência da espécie em determinados locais e cenários ambientais. Diante disso, este trabalho teve como objetivo estudar aspectos ecológicos de *L. pardalis* buscando identificar fatores associados à ocupação e densidade da espécie, e consequentemente identificar áreas adequadas para a sua preservação no limite sul da Mata Atlântica brasileira. Em três unidades de conservação do RS, (Parque Nacional da Serra Geral, o Centro de Pesquisa e Conservação da natureza Pró-Mata e o Parque Estadual do Turvo). Utilizamos o método de armadilhamento fotográfico para a obtenção dos dados, o período de amostragem foi entre os meses de setembro de 2017 a maio de 2018, sendo que a amostragem não foi simultânea nas áreas. Utilizamos modelos de ocupação do tipo *single season* e observamos que a probabilidade de ocupação da espécie parece aumentar em grandes áreas de floresta contínua preservada, assim como em locais com maior número de registros dos dois maiores predadores felídeos neotropicais, onça-pintada *Panthera onca* e puma *Puma concolor*, que possivelmente também respondem positivamente a essas áreas de habitat favorável. Além disso, utilizamos modelos de captura e recaptura espacial (SCR), encontramos uma das mais elevadas estimativas de densidade populacional de *L. pardalis* para a Mata Atlântica (15,5 indivíduos/100km<sup>2</sup>). *Leopardus pardalis* apresentou atividade noturna, padrão já relatado por diversos autores. A espécie pode apresentar atividade diurna; porém, isso parece ocorrer quando distante de locais de intensa atividade humana. Aparentemente a espécie tende a evitar o contato com humanos ou com espécies exóticas e domésticas, que refletem também essa presença, tanto espacialmente quanto temporalmente. Temos ainda um registro de uma interação antagonista resultado de uma possível predação intraguilda ou eliminação de competidor, no qual um indivíduo de *L. pardalis* carrega um indivíduo de graxaim-do-mato, *Cerdocyon thous*, aparentemente predado. Tal registro, inédito, oferece novas perspectivas sobre a amplitude das interações ecológicas de *L. pardalis*. A preservação de *L. pardalis* no limite sul da sua distribuição está dependente da preservação dos remanescentes de Mata Atlântica e do manejo sustentável do uso da terra e da retirada, ou redução da densidade, de espécies domésticas e exóticas em unidades de conservação e no seu entorno. A conectividade destes remanescentes com áreas semelhantes na Argentina parece ser fundamental para a conservação a longo-prazo de populações estáveis da espécie.

**Palavras-chave:** Armadilha fotográfica, Carnivora, Conservação, Felidae, Modelagem, Rio Grande do Sul, SCR

## Abstract

The ocelot *Leopardus pardalis* (Felidae, Carnivora) is the third largest Neotropical cat. Although it occurs in different environments, its presence is related to high forest cover. The state of Rio Grande do Sul (RS), in Brazil, represents the Southern limit of the species' world distribution. In this region, the species occurs in association with the Atlantic Forest biome, concentrated in its Northern part, and is listed as "Vulnerable" in the States' threatened species list. To preserve the species it is essential to know its habitat preferences, as well as demographic aspects of its populations. For example, the identification of a trend towards population rise or decline allows for an evaluation of population balance, subsidizing efforts to determine the species conservation status. Additionally, it will allow for the formulation of hypothesis regarding factors supporting or impairing the species permanence in certain environments and locations. Therefore, the purpose of this work was to study ecological aspects of *L. pardalis*, searching for factors related to species occupancy and density to determine suitable conservation areas for the species in the southern limit of the Brazilian Atlantic Forest. Sampling took place in three conservation units in RS, where we used the method of camera trapping for data collection. Species occupancy increases in large areas of continuous preserved forest, as well as in areas where the two largest Neotropical cats, the jaguar *Panthera onca* and the puma *Puma concolor* show more records, which possibly also show a positive response to those areas of favourable habitat. Furthermore, we found one of the higher estimates of population density for *L. pardalis* in the Atlantic Forest (15.5 individuals/100km<sup>2</sup>). *Leopardus pardalis* usually shows high nocturnal activity, a pattern already reported by several authors. The species may show diurnal activity; however, this only occurs in sites distant from intense human activity. Apparently the species tries to avoid all contact with humans and with species – exotic or domesticated – that may reflect human presence, both in space and in time. We also recorded an antagonistic interaction resulting from possible intraguild predation or competitor elimination, where an individual of *L. pardalis* carried a supposedly predated individual of the crab-eating fox *Cerdocyon thous*. This is an unprecedented record that may open the way to new perspectives regarding the width of *L. pardalis* ecological interactions. *L. pardalis* conservation in the southern limit of its distribution is dependent on the preservation of the remaining Atlantic Forest, on the sustainable management of land use and on the removal or reduction of the density of exotic and domesticated species in conservation units and their surroundings. The connectivity between the remaining sites of Atlantic Forest with similar areas in Argentina seems to be crucial for the long-term conservation of stable populations of the species.

**Key-words:** Camera trap, Carnivora, Conservation, Felidae, Modelling, Rio Grande do Sul, S

## SUMÁRIO

### Capítulo 1

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	3
REFERÊNCIAS.....	4

### Capítulo 2

#### **O que é necessário para sobreviver? Ocupação e atividade de *Leopardus pardalis* em remanescentes florestais do limite sul da Mata Atlântica**

RESUMO.....	8
INTRODUÇÃO.....	8
MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	31
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	37

### Capítulo 3

#### **Vivendo no limite: estimativas de densidade populacional de jaguatirica, *Leopardus pardalis*, em três áreas do extremo sul da Mata Atlântica**

RESUMO.....	39
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS.....	44
DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
TABELAS.....	53
LEGENDAS DAS FIGURAS.....	56
FIGURAS.....	57

### Capítulo 4

#### **Registro de interação antagonista entre *Leopardus pardalis* e *Cerdocyon thous* no limite sul da Mata Atlântica**

RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	60
TEXTO.....	61



REFERÊNCIAS.....	65
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	67
FIGURAS.....	68
<b>Capítulo 5</b>	
CONCLUSÃO GERAL.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXO 1.....	73

## Capítulo 1



## INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os carnívoros, a família Felidae é conhecida por sua dieta estritamente carnívora, tornando as espécies que a constituem como mais sensíveis a alterações ambientais (McDonald & Loveridge, 2010). A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) é o terceiro maior felídeo neotropical e possui uma ampla distribuição geográfica que compreende desde o sul do Texas até à porção sul do Brasil e norte da Argentina (Murray & Gardner, 1997; Oliveira & Cassaro, 2005). Essa amplitude geográfica faz com que a espécie tenha comportamentos e preferências diferentes em cada habitat (Moreno & Giacalone, 2006). Dessa forma, não é recomendado expandir os resultados de estudos ecológicos obtidos em uma região para todas as regiões de ocorrência da espécie (Oliveira, 2012).

Pouco se sabe sobre *L. pardalis* na região sul do Brasil, embora a distribuição original de *L. pardalis* inclua o bioma Pampa, a espécie parece estar finamente associada à Mata Atlântica. No Rio Grande do Sul (RS), a Mata Atlântica ocorre na porção norte, onde, atualmente, restam apenas alguns remanescentes da floresta original (Jarenkow & Waechter, 2001). O RS constitui o limite sul da distribuição mundial de *L. pardalis*, que se encontra classificada como “Vulnerável” na lista de espécies ameaçadas na região, sendo a degradação do habitat a principal ameaça para a espécie no RS (Rio Grande do Sul, 2014).

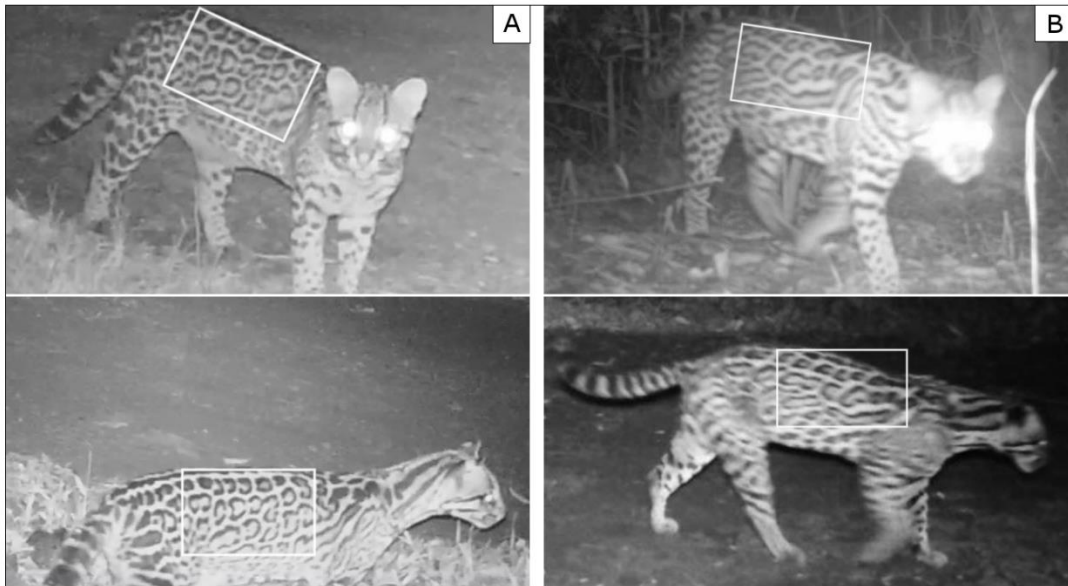
Alguns estudos apontam que a espécie é influenciada positivamente pela cobertura vegetal (Murray & Gardner 1997; Harveson et al., 2004; Jackson et al., 2005). Recentemente, Massara et al. (2018), no sudeste do Brasil, observaram que a presença de predadores de topo como onça-pintada *Panthera onca* e puma *Puma concolor* influenciam positivamente a ocupação de *L. pardalis*. Porém, a presença de cães domésticos (*Canis lupus familiaris*) tende a afetar negativamente a ocupação de *L. pardalis* na área.

Assim como o conhecimento sobre a distribuição e ocorrência são importantes para a conservação, as estimativas de densidade populacional também constituem uma importante ferramenta avaliativa, visto que possibilitam detecções de aumento ou declínio do número de indivíduos de uma população (Harmsen et al., 2011; O’Brien, 2011); tais estimativas são importantes na avaliação para a categorização de espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2019). Atualmente há muitos estudos de densidade populacional de *L. pardalis* ao longo da sua distribuição (Crawshaw, 1995; Di Bitetti et al., 2008; Lima, 2009; Goulart, 2009; Fusco-Costa, 2010; Diaz-Pullido & Garrido, 2011; Mendonça, 2014; Kasper et al., 2015; Penido et.al,

2016; Rocha et.al, 2016). No entanto, existe apenas um estudo no Rio Grande do Sul (Kasper et al., 2015). Estimativas adicionais, na região, poderão elucidar melhor sobre o cenário populacional da espécie no limite sul de sua distribuição, visto que é uma espécie vulnerável num bioma em declínio.

O uso de armadilhas fotográficas, tornou-se uma ferramenta muito popular e indispensável no estudo de várias espécies crípticas no mundo inteiro (Karanth et al., 2006; Carbone *et al.*, 2001). Com o avanço tecnológico, o método tem se tornado cada vez mais eficiente, podendo se amostrar uma variedade de espécies sob condições ambientais muito diferentes (O'Connell et al., 2010). Devido ao padrão único da pelagem de *L. pardalis*, os indivíduos podem ser identificados, permitindo assim, a utilização de abordagens de captura e recaptura para a estimativas de abundância e densidades populacionais (Figura 1). O mesmo ocorre com outras espécies que também possuem marcas naturais como tigres, onças e lincos (Karanth and Nichols, 1998; Soisalo & Cavalcanti, 2006; Pesenti & Zimmermann, 2013).

Assim, com base no conhecimento atual sobre *L. pardalis* e numa amostragem padronizada baseada em armadilhamento fotográfico em três remanescentes de Mata Atlântica do RS, este trabalho teve como objetivos gerais: (i) modelar a ocupação de *L. pardalis* com base em hipóteses e previsões construídas sobre o conhecimento atual sobre a biologia e ecologia da espécie ao longo da sua área de distribuição; covariáveis como cobertura vegetal, ocorrência de outros predadores e variáveis *proxy* de perturbação humana foram inseridas em nossos modelos para estimar a probabilidade de ocupação de *L. pardalis* no limite sul da sua distribuição, (ii) avaliar o padrão de atividade da espécie bem como sua sobreposição com demais predadores, espécies exóticas e domésticas além de potenciais presas; (iii) estimar a densidade populacional de *L. pardalis* em três unidades de conservação do limite sul da Mata Atlântica. Para além disso, com base nas observações realizadas pela análise dos vídeos obtidos nas armadilhas apresentamos ainda um registro inédito para *L. pardalis*: uma interação antagonista com *Cerdocyon thous*, com resultado de uma possível predação intraguilda ou eliminação de competidor.



**Figura 1:** Captura e posterior recaptura de dois indivíduos diferentes de *L. pardalis* identificados pelo padrão da pelagem em destaque. A) Fêmea 1; B) Fêmea 2. Parque Estadual do Turvo (PET) Derrubadas/RS.

#### ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada em cinco grandes partes:

i) Capítulo 1: inclui a introdução geral, incluindo os objetivos gerais e a estrutura da dissertação;

ii) Capítulo 2: desenvolvido no formato de artigo científico a ser submetido ao periódico *Animal Behaviour*, que aborda os aspectos de ocupação e atividade, intitulado O que é necessário para sobreviver? Ocupação e atividade de *Leopardus pardalis* em remanescentes florestais do limite sul da Mata Atlântica;

iii) Capítulo 3: desenvolvido no formato de artigo científico a ser submetido ao periódico *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* onde são apresentadas as estimativas de densidade para a espécie, intitulado Vivendo no limite: estimativas de densidade populacional de jaguatirica, *Leopardus pardalis*, em áreas do extremo sul da Mata Atlântica;

iv) Capítulo 4: desenvolvido no formato de nota científica aceita para publicação no *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, intitulado Registro de interação antagonista entre *Leopardus pardalis* e *Cerdocyon thous* no limite sul da Mata Atlântica

iv) Capítulo 5: conclusão geral.

Os artigos dos capítulos 2 e 3 encontram-se formatados de acordo com as normas dos

respectivos periódicos a que serão submetidos; a nota do capítulo 4 encontra-se formatada de acordo com as normas do periódico onde foi aceita.

## REFERÊNCIAS

- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J.R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M. and Laidlaw, R., 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal conservation*, 4(1), pp.75-79.
- Crawshaw, P. G. 1995. Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina. Tese de Doutorado, University of Florida.
- Diaz-Pulido, A. and Payán Garrido, E., 2011. Densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los llanos colombianos. *Mastozoología neotropical*, 18(1).
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A., De Angelo, C.D. and Di Blanco, Y.E., 2008. Local and continental correlates of the abundance of a neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*, 24(2), pp.189-200.
- Fusco-Costa, R., Ingberman, B., Couto, H.T.Z.D., Nakano-Oliveira, E. and Monteiro Filho, E.L.D.A., 2010. Population density of a coastal island population of the ocelot in Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Mammalian Biology*, 75(4), pp.358-362.
- Harmsen, B.J., Foster, R.J. and Doncaster, C.P., 2011. Heterogeneous capture rates in low density populations and consequences for capture-recapture analysis of camera-trap data. *Population Ecology*, 53(1), pp.253-259.
- Harveson, P.M., Tewes, M.E., Anderson, G.L. and Laack, L.L., 2004. Habitat use by ocelots in south Texas: implications for restoration. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), pp.948-955.
- Jackson, V.L., Laack, L.L. and Zimmerman, E.G., 2005. Landscape metrics associated with habitat use by ocelots in south Texas. *The Journal of wildlife management*, 69(2), pp.733-738.
- Jarenkow, J.A. and Waechter, J.L., 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista brasileira de botânica*. São Paulo. Vol. 24, n. 3 (2001), p. 263-272.
- Jorge, M.L.S., Galetti, M., Ribeiro, M.C. and Ferraz, K.M.P., 2013. Mammal defaunation as

- surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 163, pp.49-57.
- Karanth, K.U. and Nichols, J.D., 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79(8), pp.2852-2862.
- Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S. and Hines, J.E., 2006. Assessing tiger population dynamics using photographic capture–recapture sampling. *Ecology*, 87(11), pp.2925-2937.
- Kasper, C.B., Mazim, F.D., Soares, J.B. and Oliveira, T.G.D., 2015. Density estimates and conservation of *Leopardus pardalis* southernmost population of the Atlantic Forest. *Iheringia. Série Zoologia*, 105(3), pp.367-371.
- Kolowski, J.M. and Alonso, A., 2010. Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation*, 143(4), pp.917-925.
- Macdonald, D. and Loveridge, A. eds., 2010. *The biology and conservation of wild felids* (Vol. 2). Oxford University Press.
- Massara, R.L., Paschoal, A.M.D.O., L. Bailey, L., F. Doherty Jr, P., Hirsch, A. and G. Chiarello, A., 2018. Factors influencing ocelot occupancy in Brazilian Atlantic Forest reserves. *Biotropica*, 50(1), pp.125-134.
- Mendonça, P. P. D. 2014. A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) no Parque Estadual da Serra do Mar: densidade, tamanho populacional e perspectivas para a conservação. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Murray, J.L. and Gardner, G.L., 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian species*, (548), pp.1-10.
- Moreno, R. and Giacalone, J., 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia*
- O'Brien, T.G., 2011. Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. In *Camera traps in animal ecology* (pp. 71-96). Springer, Tokyo.
- O'Connell, A.F., Nichols, J.D. and Karanth, K.U. eds., 2010. *Camera traps in animal ecology: methods and analyses*. Springer Science & Business Media.
- Oliveira, T.G. and Cassaro, K., 2005. *Guia de campo dos felinos do Brasil*. Instituto Pró-Carnívoros.
- Oliveira, G.P.D., 2012. Ecologia da jaguatirica, *Leopardus pardalis* (linnaeus, 1758), na Caatinga do Piauí. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Brasília,

Brasil.

- Rio Grande Do Sul. 2014. Decreto Lei nº 51.797, de 8 de setembro de 2014. Publicado no DOE n.º 173, de 09 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.
- Paviolo, A., Crawshaw, P., Caso, A., De Oliveira, T., Lopez-Gonzalez, C.A., Kelly, M., De Angelo, C. and Payan, E., 2015. *Leopardus pardalis*. The IUCN Red List of Threatened Species, pp.2015-4.
- Penido, G., Astete, S., Furtado, M.M., Jácomo, A.T.D.A., Sollmann, R., Torres, N., Silveira, L. and Marinho Filho, J., 2016. Density of ocelots in a semiarid environment in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 16(4).
- Pesenti, E. and Zimmermann, F., 2013. Density estimations of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. *Journal of Mammalogy*, 94(1), pp.73-81.
- Rocha, D.G., Sollmann, R., Ramalho, E.E., Ilha, R. and Tan, C.K., 2016. Ocelot (*Leopardus pardalis*) density in central Amazonia. *PloS one*, 11(5), p.e0154624.
- Silveira, L., Jacomo, A.T. and Diniz-Filho, J.A.F., 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological conservation*, 114(3), pp.351-355.
- Soisalo, M.K. & Cavalcanti, S.M.C. (2006). Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation*, 129, 487-496.
- Sollmann, R., Mohamed, A. and Kelly, M.J., 2013. Camera trapping for the study and conservation of tropical carnivores. *Raffles Bulletin of Zoology*, 28, pp.21-42.



## Capítulo 2

### **Fatores que influenciam o uso do habitat e a atividade de *Leopardus pardalis* em remanescentes florestais do limite sul da Mata Atlântica**



Artigo a ser submetido para publicação no periódico Animal Behaviour

Normas para autores: <https://www.elsevier.com/journals/animal-behaviour/0003-3472?generatepdf=true>

## **Fatores que influenciam o uso do habitat e a atividade de *Leopardus pardalis* em remanescentes florestais do limite sul da Mata Atlântica**

A jaguatirica *Leopardus pardalis* é um felídeo neotropical associado a áreas de mata. Buscando entender quais os fatores que influenciam o uso do ambiente pela espécie no limite sul de sua distribuição mundial. Elaboramos modelos de ocupação e descrevemos a atividade da espécie e sua sobreposição temporal com outros predadores, espécies domésticas e exóticas, atividade humana e potenciais presas. Utilizamos amostragem padronizada de 20 estações de armadilhas fotográficas em três unidades de conservação do sul do Brasil. Os nossos resultados indicam que a espécie é influenciada positivamente por maior cobertura vegetal. Além disso, observamos que a presença humana e de animais domésticos como cães e gado, influencia negativamente a ocupação da espécie, assim como espécies exóticas invasoras como o javali (*Sus scrofa*). A atividade de *L. pardalis* é predominantemente noturna nas áreas estudadas. *L. pardalis* e *Panthera onca* (onça-pintada) parecem compartilhar quer preferências espaciais, quer temporais, já que a ocorrência de *P. onca* não só influencia positivamente a ocupação por *L. pardalis*, mas também ambas estão mais ativas durante a noite. Já em relação ao segundo grande predador *Puma concolor* (puma), houve pouca sobreposição temporal, já que este último apresenta atividade catemeral. Embora seja uma importante presa em outras localidades, a cutia (*Dasyprocta azarae*) não parece ser uma potencial presa para *L. pardalis*, pois possui elevada atividade diurna. Concluímos que a preservação de *L. pardalis* no limite sul da sua distribuição está fortemente associada à preservação dos remanescentes de Mata Atlântica, que favorece ainda outras espécies nativas, dependendo do manejo do uso da terra e da restrição da ocorrência, e preferencialmente eliminação, de espécies domésticas e exóticas em unidades de conservação e no seu entorno.

**Palavras-chave:** Carnívora; Felidae; jaguatirica; cobertura vegetal; espacial; temporal,.

A ocorrência das espécies está associada a um conjunto de fatores bióticos e abióticos, como, por exemplo, a vegetação e o clima. Além disso, a disponibilidade de recursos alimentares, assim como as interações com competidores, predadores e parasitas também são variáveis que podem influenciar essa ocorrência (Carbone & Gittleman 2002; Foster, 2013, Santos et al., 2018). Desta forma, o conhecimento sobre os padrões regionais de uma espécie é de grande importância para delinear estratégias de conservação (Kerr, 1997).

A fim de identificar fatores que poderiam influenciar a ocupação pelas espécies, juntamente com a probabilidade de uma espécie ocorrer em uma determinada área, Mackenzie et al. (2002) propuseram análises baseadas em modelos de ocupação. Esta abordagem analítica

é uma ferramenta útil que permite estimar as probabilidades de ocupação e de detecção de uma espécie com base em seu histórico de capturas (detecções) e de covariáveis que possam influenciar essa detecção e ocupação de acordo com hipóteses ecológicas (Mackenzie et al, 2002; Mackenzie et al. 2006). Estes estudo são bastante importantes para compreender o requerimento ambiental para determinadas espécies, principalmente espécies ameaçadas como é o caso da jaguatirica *Leopardus pardalis* (Felidae, Carnivora).

A jaguatirica, é o terceiro maior felídeo das Américas, e possui a segunda maior distribuição geográfica registrada para felídeos neotropicais no planeta, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos até ao norte da Argentina e sul do Brasil. Devido a essa ampla distribuição geográfica, a espécie é classificada pela IUCN como “Menos preocupante” (LC), sendo considerada generalista por ser capaz de viver em ambientes muito distintos. Apesar de estar presente em diversos ambientes, *L. pardalis* é uma espécie tipicamente associada à vegetação densa, onde se espera maior abundância de presas e abrigos; além disso a espécie parece evitar áreas abertas e pequenas manchas de mata (Harveson et al., 2004; Bitetti et al., 2008). Efetivamente, o limite da sua distribuição a sul coincide quase completamente com os remanescentes de Mata Atlântica no estado brasileiro mais austral, o Rio Grande do Sul (RS). Aqui, este bioma, além de ser originalmente limítrofe, encontra-se profundamente fragmentado; tais condições levam a que *L. pardalis* seja uma espécie considerada ameaçada no RS, onde apresenta status “Vulnerável” (VU) (Rio Grande do Sul, 2014).

Neste trabalho investigamos os fatores que potencialmente influenciam o uso do habitat e o padrão de atividade temporal de *L. pardalis* em unidades de conservação no limite sul da Mata Atlântica. Para tal elaboramos um conjunto de hipóteses e predições baseadas no conhecimento atual sobre a biologia e ecologia da espécie ao longo da sua área de distribuição.

Relativamente ao uso do habitat por *L. pardalis*, a nossa hipótese fundamental é que a cobertura vegetal apresenta forte influência sobre *L. pardalis*, com base na informação sobre

preferências de habitat da espécie ao longo da sua área de distribuição (Murray & Gardner 1997; Harveson et al., 2004; Jackson et al., 2005). Esperamos assim que o índice de cobertura vegetal afete positivamente o uso da área por *L. pardalis*. Esperamos ainda que a proximidade a corpos d'água também influencie positivamente o uso do habitat por *L. pardalis* visto que a vegetação próxima a água é, em geral, mais densa; além disso Connolly (2009) sugere que há uma maior densidade de presas próximas à água.

A cobertura vegetal densa é comumente associada a florestas e a Mata Atlântica do Brasil representa um dos 25 *hostspots* de biodiversidade mundial (Tabarelli et al., 2005). Atualmente, a maior parte da população brasileira vive em áreas de Mata Atlântica, e essa interação pode causar conflitos, especialmente envolvendo espécies domésticas (Distefano, 2005). Esperamos então que a presença de gado e cães, tal como a presença humana direta, influenciem negativamente o uso do ambiente por *L. pardalis*. Adicionalmente, como a presença de vias de comunicação (estradas) é uma característica da presença e potencial perturbação humana, esperamos também que a proximidade a estradas influencie negativamente o uso do habitat por *L. pardalis*.

*Leopardus pardalis* é um mesopredador (Oliveira et al., 2010). Como muitos outros carnívoros de porte semelhante como por exemplo, graxaim-do-mato *Cerdocyon thous* e mão-pelada *Procyon cancrivorus* (Massara et al., 2016), possui ampla plasticidade alimentar, podendo alimentar-se desde pequenos mamíferos (< 1kg) (Tirelli et al. 2018), até mamíferos de médio porte como cervídeos do gênero *Mazama*, além de aves, lagartos e serpentes (Bianchi et al., 2010). Desta forma, sua dieta pode sobrepor-se à de outros predadores felídeos da mesma guilda *sensu lato*, como o puma *Puma concolor* (Moreno & Giacalone, 2006; Tirelli, et al. 2018). A onça-pintada *Panthera onca* é o predador de topo das assembleias de carnívoros neotropicais e, normalmente, alimenta-se de presas de maior porte do que as predadas por *L. pardalis* (Tirelli, et al. 2018); contudo, a ocorrência de *P. onca* parece afetar negativamente o uso do habitat por

*L. pardalis* em alguns cenários (Palomares & Caro, 1999). Esperamos assim que a ocorrência destes dois felinos de dimensão superior afete negativamente o uso do ambiente por *L. pardalis* devido à competição por recursos ou mesmo devido predação intraguilda (Oliveira & Pereira, 2014).

Uma estratégia para evitar este tipo de interação é a segregação temporal. Esta estratégia é observada em diversas espécies competidoras e consiste em forragear ou caçar em horários diferentes do competidor, permitindo assim a coexistência das espécies em um mesmo ambiente (Di Bitetti et al., 2010). Além dos dois maiores felídeos neotropicais *P. concolor* e *P. onca*, *L. pardalis* ocorre em simpatria com outro felídeo de tamanho corporal semelhante, o jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, podendo também apresentar sobreposição alimentar com esta espécie. Contudo, *L. pardalis* é uma espécie que tipicamente concentra a sua atividade no período crepuscular/noturno (Maffei et al., 2002; Di Bitetti & Giacolone, 2006; Kolowski & Alonso, 2010), ao passo que *H. yagouaroundi* é observado frequentemente durante o dia (Giordano, 2016). Desta forma, relativamente ao padrão de atividade temporal, esperamos que *L. pardalis* apresente baixa sobreposição temporal com *H. yagouaroundi*, assim como com *P. concolor* e *P. onca*, de modo a evitar competição ou até mesmo a predação (Chinchilla, 1997).

Além da potencial influência sobre a ocupação, a atividade humana pode ainda afetar os padrões de atividade de animais selvagens, principalmente de mamíferos (Gaynor et al., 2018). Recentemente, Gaynor et al. (2018) descreveram um aumento de atividade de mamíferos selvagens no período noturno e um decréscimo da sua atividade diurna em resposta à perturbação humana, eventualmente permitindo a coexistência em ambientes antropizados. Esperamos que a atividade de *L. pardalis* apresente pouca sobreposição com a atividade humana, reforçando o padrão noturno já esperado para a espécie. Como a presença de cães domésticos ou asselvajados e de gado é relacionada a presença humana, esperamos o mesmo tipo de padrão de sobreposição entre *L. pardalis* e estes dois grupos. Esperamos ainda que *L.*

*pardalis* evite o contato com o exótico e invasor javali *S. scrofa* .

Finalmente, sendo um carnívoro oportunista, *L. pardalis* potencialmente se alimentaria das presas mais abundantes nos locais onde ocorre (Moreno et al., 2006). A fim de verificar quais presas seriam consumidas por *L. pardalis*, foi feita a sobreposição do período de atividade de *L.pardalis* com a atividade das possíveis presas registradas nas áreas: pequenos roedores (< 1kg), o roedor médio cutia (*Dasyprocta azarae*), o lagomorfo tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), didelfídeos (marsupiais do gênero *Didelphis*) e tatus (gêneros *Dasyopus* e *Cabassous*, Cingulata).

A nossa abordagem de modelagem da ocupação, para verificar o uso do habitat, e do padrão de atividade foi baseada em dados obtidos por armadilhamento fotográfico em três áreas de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul com o objetivo último de obter conhecimento de base para o delineamento de ações que possam garantir a persistência da espécie extremo sul deste bioma e, eventualmente, contribuir para uma melhoria do seu status de conservação nesta região.

## MÉTODOS

### *Áreas de estudo*

Realizamos a nossa amostragem em três distintas áreas de remanescentes de Mata Atlântica (MA) no estado do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1A). A primeira foi o Parque Nacional da Serra Geral (PNSG) (Figura 1B), uma área de proteção integral situada no Município de Cambará do Sul, região nordeste do Estado. Sua paisagem consiste de um mosaico de campos e florestas. A área de amostragem no PNSG encontra-se em processo de

desapropriação e ainda apresenta alguns moradores e seus rebanhos de gado. Além disso, ocorrem no parque espécies exóticas como javalis (*Sus scrofa*) e búfalos (*Bubalus sp.*). O maior predador registrado para a área é *P. concolor* (IMMA, 2003).

A segunda área de estudo foi o Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata) (Figura 1C), localizado no Município de São Francisco de Paula, região nordeste do RS, caracterizando-se como uma área de conservação de caráter privado. A área, anteriormente utilizada para extração madeireira, possui remanescentes de Mata Atlântica que se encontram em regeneração natural há cerca de 20 anos. Esta área também apresenta registros de *S. scrofa* e *P. concolor* (Blochtein et al., 2011).

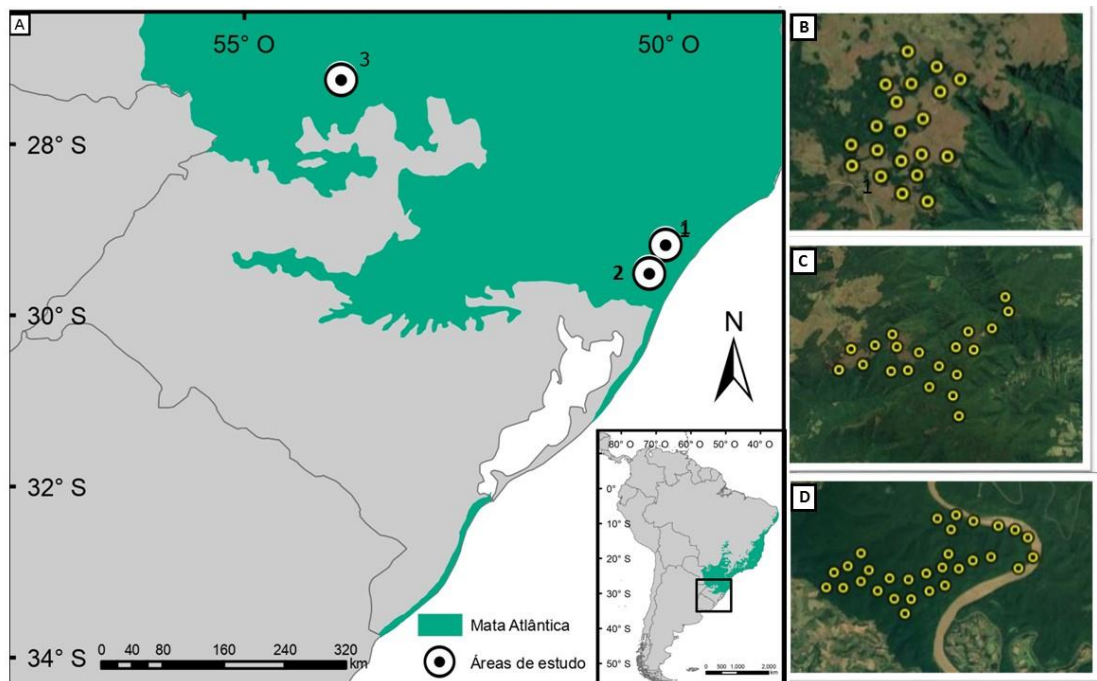
A terceira área amostrada foi o Parque Estadual do Turvo (PET) (27°00'S e 54°10'W) (Figura 1D), situado na região noroeste do estado, possui cerca de 64 anos, é a maior e mais antiga área de preservação do RS (SEMA, 2005). Ela é constituída por Florestas Estacionais Deciduais densas que se ligam à preservada região de Misiones (Argentina) formando um importante corredor ecológico que liga PET, Misiones e o Parque Nacional do Iguaçu, no Paraná (Kasper et al., 2015). É o único local do RS que abriga maior felino das Américas, a onça-pintada *P. onca*, que compartilha o parque com outro grande predador, o puma *P. concolor* (SEMA, 2005). Nesta área não foi ainda registrada ocorrência de espécies exóticas ou domésticas, exceto alguns cães que esporadicamente entram na área do PET, aparentemente acompanhando caçadores furtivos.

#### *Coleta de dados*

A coleta de dados ocorreu por meio de armadilhamento fotográfico, método comum para estudos de uso de habitat (Jackson et al., 2005). Definimos 20 estações de amostragem em cada uma das áreas. As estações distavam cerca de 1km uma da outra e cada estação foi composta

por duas armadilhas pareadas para que os indivíduos pudessem ser identificados e posteriormente utilizar os dados em análises de densidade populacional. No PET, além dos 20 pares de câmeras, instalamos mais 10 estações contendo somente uma câmera ao longo de cursos de água, no âmbito de uma amostragem paralela dedicada à lontra neotropical *Lontra longicaudis*.

As armadilhas fotográficas permaneceram ativas 24 horas por dia durante 61 dias em cada área (Karanth et al., 2011). Programamos as armadilhas para o modo vídeo com duração de 10 segundos e intervalo de 5 segundos. Por limitação de equipamento, a coleta de dados não ocorreu simultaneamente em todas as áreas: no PNSG o período de amostragem foi entre setembro e novembro de 2017, no CPCN Pró-Mata o período amostrado foi entre dezembro e janeiro de 2018, e no PET a amostragem ocorreu entre os meses de março a maio de 2018.



**Figura 1:** A) Mapa do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, destacando as áreas de estudo na Mata Atlântica: **1** – Parque Nacional da Serra Geral (PNSG); **2**- Centro de Pesquisa e Conservação da /natureza Pró-Mata (CPCN- Pró Mata); **3** – Parque Estadual do Turvo (PET). B) Desenho amostral do PNSG; C) Desenho amostral do CPCN Pró-Mata; D) Desenho amostral do PET.



## Análises

### Modelos de ocupação

Para estimar a probabilidade de detecção ( $p$ ) e a probabilidade de ocupação ( $\psi$ ) de *L. pardalis* utilizamos modelos hierárquicos baseados em máxima verossimilhança (Mackenzie et al., 2006). Definimos as ocasiões de amostragem como 1 dia (24h) e, desta forma, obtivemos um histórico de 183 ocasiões, unindo todas as áreas em uma matriz. Para o histórico de cada ocasião definimos (1) quando o detector capturou a espécie na ocasião, (0) quando o detector não registrou a espécie e NA quando a câmera se encontrava desligada na ocasião (em geral por falha do equipamento).

A única variável que consideramos poder afetar a probabilidade de detecção foi a variável trilha (presença de trilhas ou estradas). Apesar de também a considerarmos como uma variável proxy da perturbação humana e, como acima referido, eventualmente afetando negativamente a ocupação, por trilhas e estradas serem locais potencialmente mais abertos, eventualmente utilizados como corredores de passagem, esperamos que afetem positivamente a detecção de *L. pardalis* nas armadilhas fotográficas. Definimos esta variável como (1) para estações que se localizavam em trilhas grandes, de uso humano e estradas não-pavimentadas e (0) quando estavam localizadas fora desses ambientes.

Para avaliar a probabilidade de ocupação, definimos 10 variáveis, baseadas nas hipóteses e predições acima citadas. As variáveis espaciais selecionadas para estimar a probabilidade de detecção foram as seguintes: i) Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para 1km obtido pelo site Copernicus Global Land Service (<https://land.copernicus.eu/global/products/ndvi>); ii) Distância da borda da mata (MDBM): distância em metros da estação até a borda da mata mais próxima; a medida da distância foi feita através da ferramenta “régua” no Google Earth; iii) Distância de estradas (dest): distância em metros da estação até a estrada, não pavimentada, mais próxima; a medida da distância foi feita

através da ferramenta “régua” no Google Earth; iv) Distância de rios (drio): distância euclidiana em metros, de cada estação até o recurso hídrico mais próximo, criada através do ArcGIS V. 10.3. e arquivo shape de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Sul - [http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)).

Para avaliar a influência de outras espécies, incluindo a perturbação humana, no uso do habitat por *L. pardalis*, consideramos os registros obtidos nas câmeras de: i) *P. onca* (onça-pintada); ii) *P. concolor* (puma); iii) *Bos taurus* e *Bubalus* sp. (bovinos e búfalos); iv) *S. scrofa* (javali); v) *Canis lupus familiaris* (cão-doméstico); vi) *Homo sapiens sapiens* (humano). Obtivemos os valores para cada variável (espécie) dividindo o número de registros independentes (24h) pelo esforço amostral e multiplicando o resultado por 100; desta forma obtivemos uma proporção de registros em relação ao esforço amostral, conforme Marinho *et al.* (2018).

Após a definição do conjunto completo das variáveis realizamos um teste preliminar de correlação de Spearman para testar o nível de colinearidade entre as variáveis. Consideramos como correlação aceitável valores até 0.70. Visto que nenhuma das variáveis obteve correlação > 0.70, todas as variáveis foram incluídas no processo de modelagem (S1). Visto que as variáveis de ocupação estavam em diferentes escalas, padronizamos as variáveis antes da elaboração dos modelos. Desta forma, passaram a ter média 0 e desvio padrão 1, possibilitando a interpretação da variação do coeficiente de ocupação como a mudança de desvio padrão em relação a média da variável (Burnham & Anderson, 2002; Sarmiento *et al.*, 2011).

Elaboramos 1024 modelos utilizando as 10 variáveis de probabilidade de ocupação para avaliar o uso do habitat. Nestes modelos as variáveis foram inseridas em todas as possíveis combinações. Para a construção dos modelos utilizamos o pacote *unmarked* (Fiske and Chandler, 2019) do software R (R Development CoreTeam, 2011). Em seguida ordenamos os modelos de acordo com o valor do Critério de Informação de Akaike (AIC) corrigido para

amostras pequenas (AICc) utilizando o pacote *AICmodavg* no R (Burnham & Anderson, 2002). Para fins de discussão consideramos apenas os modelos igualmente bem ajustados com base no critério  $\Delta AICc < 2$ .

### *Atividade*

Realizamos as análises referentes a atividade com base nos registros horários dos vídeos obtidos pelas armadilhas fotográficas. Consideramos registros independentes os registros com intervalos de pelo menos uma hora. Realizamos um teste de uniformidade de *Rayleigh* para avaliar o padrão de atividade de *L. pardalis* utilizando o pacote *circular* (Agostinelly, 2017) no software R. Em seguida realizamos análises de sobreposição de atividade, utilizando o pacote *overlap* (Meredith & Ridout, 2014) do R, entre *L. pardalis* com outras espécies divididas em três categorias:

- i) Domésticos/exóticos e humanos: cão (*Canis lupus familiaris*), javali (*Sus scrofa*) e humano (*Homo sapiens*).
- ii) Grandes predadores e competidores: onça-pintada (*P. onca*), puma (*P. concolor*) e jaguarundi (*H. yagouaroundi* )
- iii) Possíveis presas: tatus (gêneros *Dasyopus* e *Cabassous*; Cingulata), roedores (gênero *Dasyprocta* e pequenos roedores), gambás (gêneros *Didelphis*; Didelphiomorpha), e tapiti *Sylvilagus brasiliensis* (Lagomorpha).

## RESULTADOS

De um esforço amostral de 1220 armadilhas-dia, obtivemos apenas um registro de *L. pardalis* no PNSG. Com o mesmo esforço obtivemos cinco registros de *L. pardalis* no CPCN Pró-Mata. Já no PET, um esforço amostral de 1880 armadilhas-dia, resultou em 77 registros da espécie.

A fim de avaliar se as estações instaladas em trilhas ou estradas influenciavam na probabilidade de detecção ( $p$ ), comparamos o modelo " $\psi(\cdot), p(\text{trilha})$ " ao modelo nulo " $\psi(\cdot), p(\cdot)$ ", onde nenhuma variável influenciaria a probabilidade de detecção. O modelo com detecção influenciada pela trilha, apresentou menor AICc sugerindo que câmeras em estradas ou trilhas possuem maior probabilidade de detecção de *L. pardalis* (Tabela 1).

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	Peso	K
$\psi(\cdot), p(\text{trilha})$	613,61	0,00	0,9969	3
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	624,95	11,34	0,0031	2

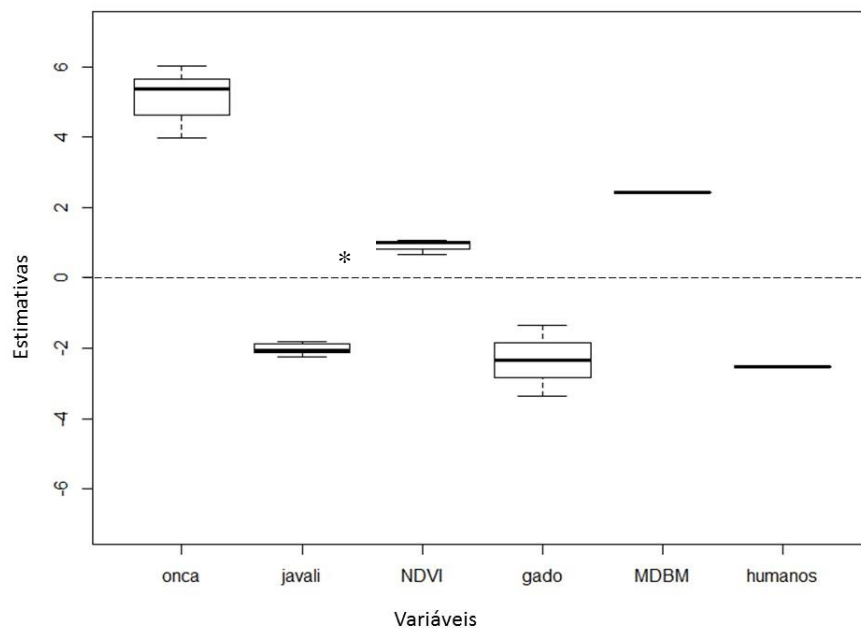
**Tabela 1:** Resultado dos modelos de probabilidade de detecção ( $p$ ) de *L. pardalis* ordenados por AICc.  $\Delta$ AICc: Diferença de AICc entre os modelos; Peso: Peso de Akaike; K: Número de Parâmetros;  $\psi$ : Probabilidade de ocupação;  $p$ : Probabilidade de detecção.

Desta forma, definimos todos os modelos de ocupação utilizando a variável trilha como variável de detecção ( $p$ ). Dos 1024 modelos, os cinco melhor ajustados incluíram as seguintes variáveis: *P. onca*, MDBM e NDVI influenciando positivamente a ocupação por *L. pardalis*, e javalis, gado e humanos influenciando negativamente (Tabela 2).

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	Peso	K
$\psi(\text{onca} + \text{javalis} + \text{ndvi}), p(\text{trilha})$	591,65	0,00	0,049	6
$\psi(\text{onca} + \text{javalis} + \text{gado}), p(\text{trilha})$	592,09	0,44	0,039	6
$\psi(\text{MDBM} + \text{onca} + \text{javalis} + \text{gado}), p(\text{trilha})$	593,04	1,39	0,025	7
$\psi(\text{onca} + \text{javalis} + \text{gado} + \text{ndvi}), p(\text{trilha})$	593,10	1,45	0,024	7
$\psi(\text{onca} + \text{humanos} + \text{javalis} + \text{ndvi}), p(\text{trilha})$	593,13	1,48	0,023	7

**Tabela 2:** Resultado da seleção de modelos de ocupação de *L. pardalis*, ordenados por AICc.  $\Delta$ AICc: Diferença de AICc entre os modelos; Peso: Peso de Akaike; K: Número de Parâmetros;  $\psi$ : Probabilidade de ocupação;  $p$ : Probabilidade de detecção.

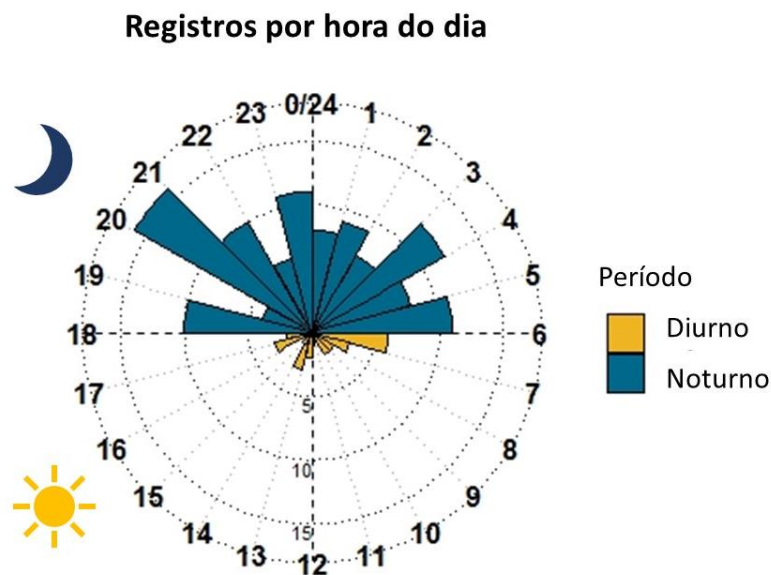
Dentre essas variáveis, a única variável significativa ( $p < 0.05$ ) nos cinco melhores modelos foi NDVI (Figura 2).



**Figura 2:** Boxplot das estimativas da influência das co-variáveis sobre a probabilidade de ocupação *Leopardus pardalis*. As variáveis NDVI (Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada), MDBM (distância da borda da mata), e número de registros de onça influenciando a estimativa positivamente (acima de 0), enquanto que as variáveis número de registros de javali (*S. scrofa*), gado (*B. taurus* e *Bubalus* sp.) e humanos (*H. sapiens*) influenciando a estimativa de probabilidade de ocupação de forma negativa. Registros obtidos no período de março de 2018 a maio de 2018. \* $p < 0,05$ Atividade

Embora tenhamos obtido registros de atividade de *L. pardalis* durante o dia ( $n= 36$ ), a maior parte dos registros da espécie ocorreu durante a noite ( $n= 101$ ). Foram considerados diurnos os registros entre 6h e 18h. Todos os registros diurnos obtidos ocorreram nas estações fora das estradas ou trilhas humanas. O teste de uniformidade de *Rayleigh* demonstrou que a espécie não utiliza as horas de maneira uniforme durante as 24h ( $p<0,05$ ), sendo tipicamente noturna (Figura 3).



**Figura 3:** Gráfico circular indicando o número de registros de *L. pardalis* ao longo das 24h do dia. Registros obtidos no PNSG, CPCN Pró-Mata e PET; Período de amostragem: setembro de 2017 a maio de 2018..

#### *Sobreposição temporal*

Realizamos as sobreposições de atividade entre *L.pardalis* e as demais espécies

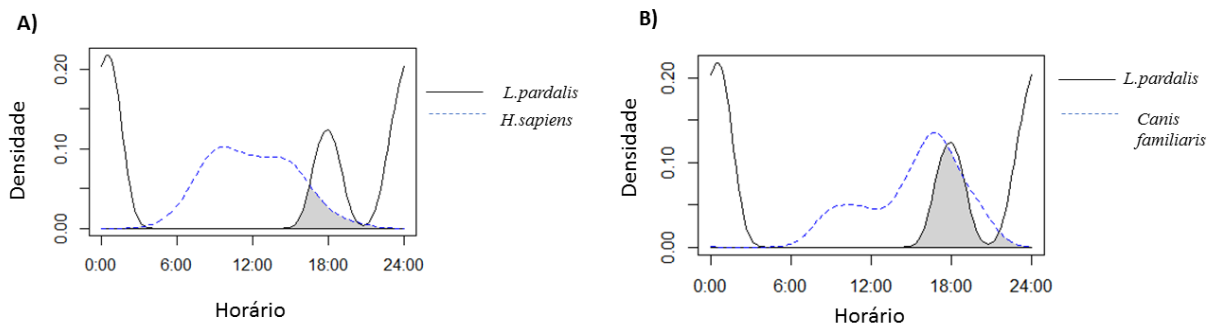
coexistentes como descrita nas hipóteses. As sobreposições foram realizadas com os dados obtidos no CPCN Pró-Mata e no PET, visto que no PNSG foi obtido apenas um registro de *L.pardalis*, impossibilitando as comparações com as demais espécies.

Os intervalos de confiança (IC) de 95% foram obtidos a partir de 1000 amostras de *bootstrap*. Consideramos como estimadores o Dhat1 para as amostras que continham menos de 50 registros. Para as que continham mais de 50 registros foi considerado o estimador Dhat4 (Ridout & Linkie, 2009).

### CPCN Pró-Mata

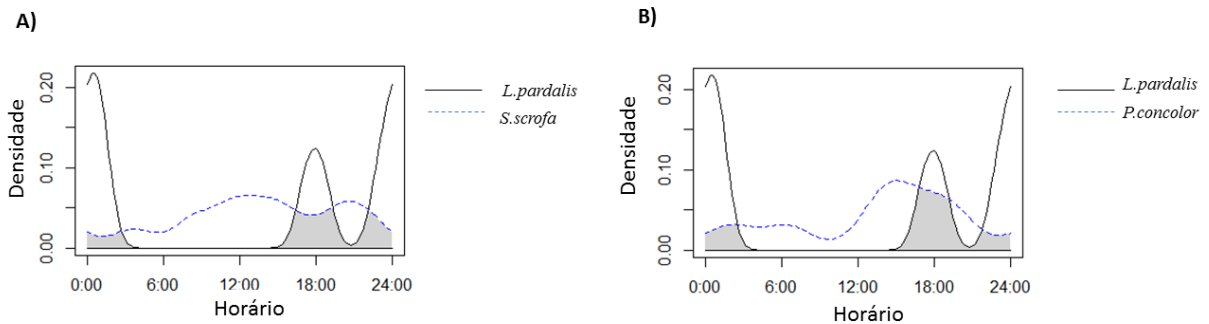
A sobreposição entre o período de atividade de *L. pardalis* e *H. sapiens* foi de apenas 13% (IC: 0 – 24%) . Em relação ao canídeo doméstico, *Canis lupus familiaris* a sobreposição foi de 27% (IC: 0 – 60%) de sobreposição e relativamente a *Sus scrofa* a sobreposição de atividade atingiu 31% (IC: 0- 51%) (Figura 4).

Com *P. concolor* a sobreposição foi de 31% (0 – 65%). A sobreposição entre *L. pardalis* e os pequenos roedores foi de 50% ( 22 – 74%) enquanto que a sobreposição com *tatus* foi de 51% ( 23 – 75%).

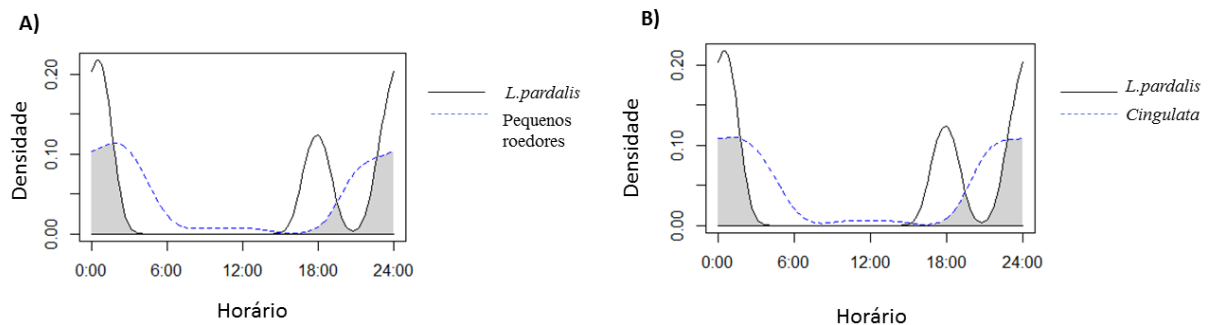


**Figura 4:** Sobreposição de atividade temporal entre *L. pardalis* e as espécies indicadoras de

atividade ou presença humana. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. pardalis* (n=6) x humanos *Homo sapiens* (n=53); B) jaguatirica *L. pardalis* x cães *Canis lupus familiaris* (n=8). Estimador usado: Dhat1.



**Figura 5:** Sobreposição de atividade temporal entre *L. pardalis* e as demais espécies de felinos de médio/grande porte da área e uma espécie exótica. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. pardalis* (n=6) x javali *Sus. scrofa* (n=41); B) jaguatirica *L. pardalis* (n=6) x puma *P. concolor* (n=7). Estimador usado: Dhat1.

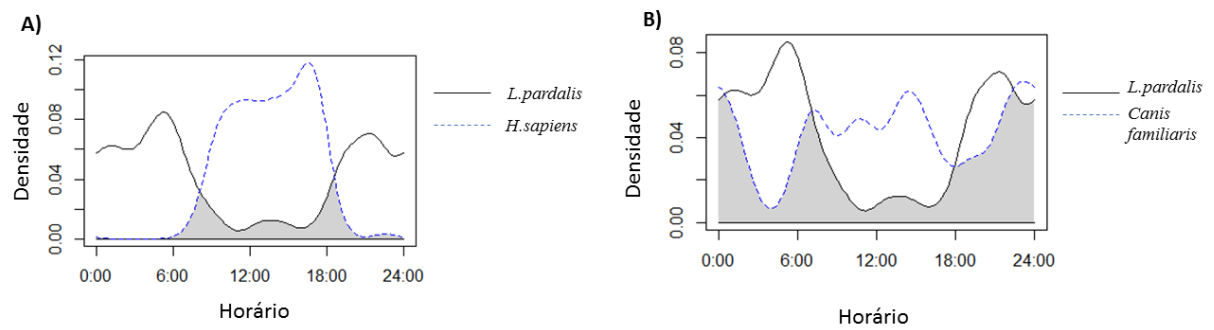


**Figura 6:** Sobreposição de atividade temporal com potenciais espécies de presa. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. pardalis* (n=6) x Pequenos roedores (< 1kg) (n=40); B) jaguatirica *L. Pardalis* (n=6) x tatus (Cingulata) (n=53). Estimador usado: Dhat1.

## PET

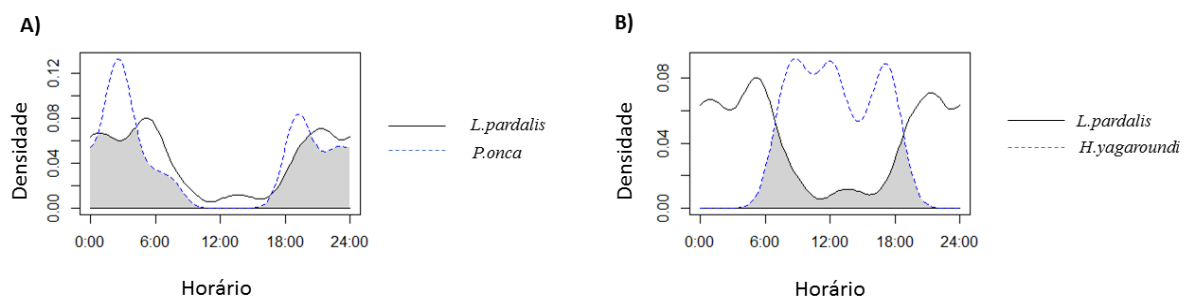
A sobreposição entre o período de atividade de *L. pardalis* e *H. sapiens* foi de apenas 23% (IC: 10 – 26%) ao passo que com o canídeo doméstico, *Canis lupus familiaris* a sobreposição foi de 58% (IC: 43 – 82%) de sobreposição (Figura 7).





**Figura 7:** Sobreposição de atividade temporal entre *L. pardalis* e as espécies indicadoras de atividade ou presença humana. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. Pardalis* (n=125) x humanos *Homo sapiens* (n=133); Estimador usado: Dhat4. B) jaguatirica *L. pardalis* x cães *Canis lupus familiaris* (n=12). Estimador usado: Dhat1.

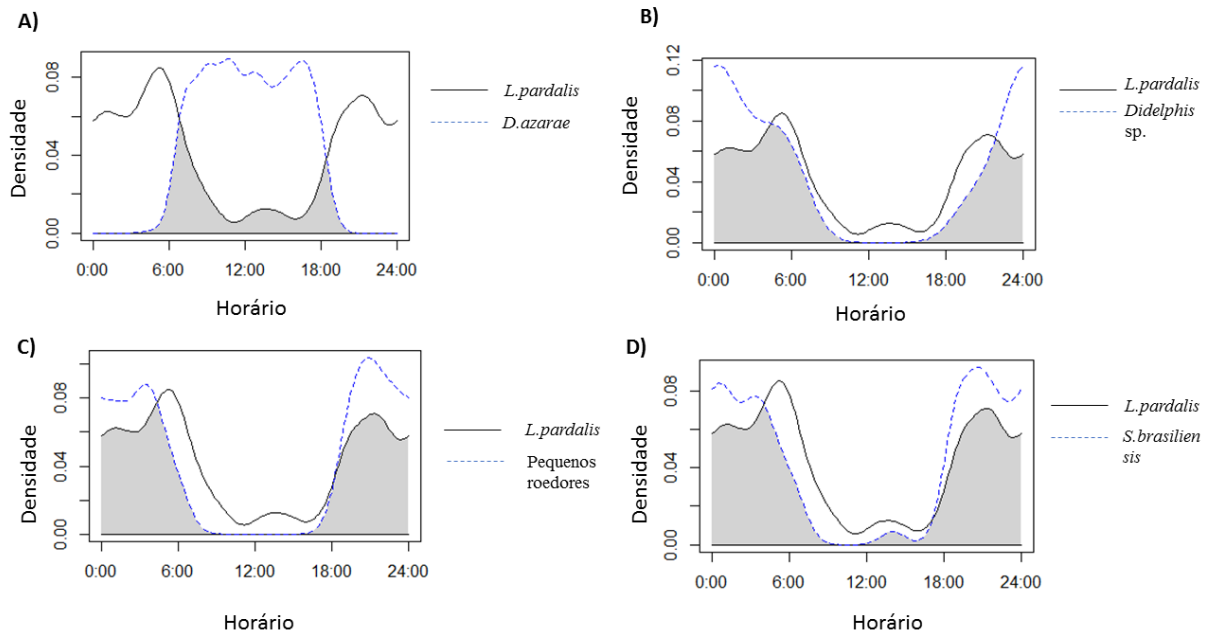
Detectamos grande sobreposição de atividade entre *L. pardalis* e *P. onca*, 73% (IC: 59 – 92%). Já com *H. yagouaroundi* observamos 31% (IC: 11 – 40%) de sobreposição (Figura 8).



**Figura 8:** Sobreposição de atividade temporal entre *L. pardalis* e as demais espécies de felinos de médio/grande porte da área. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. pardalis* (n=125) x onça-pintada *P. onca* (n=16); B) jaguatirica *L. Pardalis* (n=125) x jaguarundi *H.yagaroundi* (n=10). Estimador usado: Dhat1.

Em relação a pontências presas presentes no PET, obtivemos uma sobreposição de 28% (17 – 30%) com o roedor médio cutia, *D.azarae*. Observamos 77% (64 – 89%) de sobreposição com o gambás do gênero *Didelphis*; A sobreposição com pequenos roedores chegou a 76% (67 – 87%), ao passo que com o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), a sobreposição obtida foi 79% (71

– 89%) (Figura 9).



**Figura 9:** Sobreposição de atividade temporal com potenciais espécies de presa. A área em cinza indica os períodos em que existiu sobreposição de atividade. A) jaguatirica *L. pardalis* (n=125) x *D. azarae* (n=431), estimador usado: Dhat4; B) jaguatirica *L. pardalis* x *Didelphis* sp. (n=35), estimador usado: Dhat1; C) jaguatirica *L. pardalis* x Pequenos roedores (< 1kg) (n=56), estimador usado: Dhat4; D) jaguatirica *L. pardalis* (n=125) x *Sylvilagus brasiliensis* (n=119), estimador usado: Dhat4.

## DISCUSSÃO

*Floresta e grandes felinos: um por todos e todos por um!*

*Leopardus pardalis* é claramente uma espécie florestal tanto no limite sul da Mata Atlântica, onde o bioma é mais fragmentado como, aparentemente, no restante de sua distribuição (Fornitano, 2015; Nagy-Reis et al., 2017; Massara et al., 2018). O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi a única variável significativa no conjunto dos melhores modelos de ocupação pela espécie, demonstrando essa associação positiva entre

*L. pardalis* e a cobertura vegetal. Adicionalmente, também encontramos uma relação positiva entre o uso do habitat por *L. pardalis* e a distância à borda mais próxima da mata, e assumimos que áreas mais distantes da borda serão, tendencialmente áreas mais cobertas e, por oposição, áreas mais próximas da borda potenciam uma maior exposição dos indivíduos. Também na Argentina *L. pardalis* apresenta um decréscimo na sua probabilidade de uso do espaço com o aumento de usos da terra sem árvores (Cruz et al. 2019).

Contrastando com o sugerido por Palomares & Caro (1999), os nossos resultados indicam que o uso do habitat por *L. pardalis* relaciona-se positivamente com a ocupação por *P. onca* e não é influenciada pela ocupação por *P. concolor* embora os resultados não tenham sido significativos. Massara et al. (2018) também encontraram relação positiva entre o uso do habitat por *L. pardalis* e pelos dois predadores de topo *P. onca* e *P. concolor*, sugerindo que tal se deve ao fato de que em áreas bem preservadas, locais onde geralmente ocorrem os grandes felinos neotropicais, há maior disponibilidade de alimento, potencialmente beneficiando todas as espécies da mesma guilda – felídeos carnívoros – ao longo da pirâmide trófica. Além disso, Tirelli et al (2018) observaram que na coocorrência das três espécies, *P.onca* se alimenta de presas de tamanho corporal grande, *P. concolor* se alimenta de presas de tamanho médio e *L. pardalis* se alimenta de presas de tamanho pequeno (< 1kg). Vale ressaltar que o maior número de registros no nosso estudo ocorreu no PET e que os nossos modelos, ao conjugar a informação das três áreas, serão certamente influenciados por essa maior amostra. Porém, é importante destacar que no nosso estudo, a área que apresenta maior índice de preservação é também o PET. Assim, é provável que a coocorrência entre felinos de médio e grande porte nessa área em particular seja facilitada pela maior diversidade e abundância de presas, ao diminuir a competição. Embora os nossos registros fotográficos de Cingulata, Rodentia, Didelphimorphia e Lagomorpha não permitam identificação individual, e consequentemente tal impeça estimativas de densidade, o número de registros de indivíduos destes táxons foi muito superior

no PET em relação às restantes duas áreas, suportando essa hipótese (número de registros de potenciais presas em um período de 60 dias - PNSG: 61; CPCN Pró-Mata: 69; PET: 456).

Os nossos resultados sugerem que a preservação de *L. pardalis* no limite sul da Mata Atlântica está fortemente dependente da manutenção dos poucos remanescentes deste bioma nessa região e que a melhoria do *status* de conservação da espécie, suportado por um aumento da troca genética entre populações, poderá depender da criação de corredores entre os poucos fragmentos de dimensão razoável existentes.

#### *Conflito com humanos: a perturbação tem inúmeras faces*

Os nossos resultados sugerem que as inúmeras faces da presença humana impactam negativamente a ocupação por *L. pardalis*. Todos os melhores modelos incluíram pelo menos uma variável associada à perturbação humana, incluindo a ocorrência de javalis, gado, e das próprias pessoas.

*Sus scrofa* é considerada uma das 100 espécies invasoras mais graves (Lowe et al., 2010); embora não haja muita informação sobre o potencial de impacto da espécie, especialmente sobre carnívoros, é possível que influenciem negativamente não só *L. pardalis* como outras espécies nativas, visto que além de consumirem recursos de espécies nativas, são reservatórios de zoonoses e promovem alterações de habitat profundas (Lowe et al., 2010).

O uso de áreas para pasto por gado, dependendo da densidade, conduz a mudanças na vegetação, alterando a configuração da paisagem, condiz ainda a possíveis alterações, na disponibilidade de alimento para herbívoros nativos, ou eventualmente a competição entre esses e o gado (Strassmann, 1987). Diante disso, é possível que o gado influencie indiretamente o uso do ambiente por *L. pardalis* podendo afetar a disponibilidade de suas presas, ou diretamente por ocupar grandes áreas e criando uma matriz de habitat subótimos para a espécie.

O contato direto com humanos parece ser evitado por *L. pardalis*, o que vai ao encontro da nossa hipótese inicial e corroborando as conclusões de Newsome et al. (2015). No nosso estudo, todos os registros diurnos obtidos ocorreram em estações distantes das estradas, trilhas ou qualquer outra atividade humana. Embora a perturbação humana afete negativamente a ocupação por *L. pardalis*, a espécie utiliza estradas e caminhos abertos por humanos para se locomover, corroborando resultados de estudos anteriores de estradas facilitam a detecção da espécie (Goulart et al., 2009). Porém, é importante destacar a necessidade de delinear amostragens que incluam pontos de detecção que cubram a heterogeneidade espacial existente na área de estudo, incluindo áreas em estradas ou trilhas e a diferentes distâncias destes locais. Finalmente, os nossos resultados vão ao encontro dos obtidos por Cruz et al. (2019), sugerindo que o mosaicismo produzido pelas atividades humanas cria habitats de diferente qualidade para *L. pardalis*, afetando negativamente o uso do ambiente e demonstrando, mais uma vez a necessidade de conservar grandes áreas de mata contínua para garantir a conservação da espécie.

#### *Procurando presas, evitando a competição, fugindo da perturbação*

Embora apresente alguns registros de atividade diurna a maior parte dos registros de *L. pardalis* foram noturnos, demonstrando que a espécie é consistente noturna ou crepuscular ao longo da sua área de distribuição (Moreno et al., 2012).

Em relação as sobreposições, todas as análises obtidas com os dados do CPCN Pró-Mata possuem grande intervalo de confiança, devido ao baixo número de registros obtidos na área.

*Leopardus pardalis* parece evitar atividade humana, tanto no CPCN Pró-Mata quanto no PET, a sobreposição entre a atividade de *L. pardalis* e *H. sapiens* foi baixa (13% e 23%). Com efeito, os humanos tendem a criar interações negativas com as espécies selvagens

(Newsome et al., 2015). Desta forma, existe uma tendência de espécies selvagens evitarem o contato humano, seja espacialmente ou temporalmente (Gaynor et al. 2018). Os humanos costumam exercer atividade diurna, ao passo que *L. pardalis* é uma espécie noturna, desta forma a segregação temporal impede encontros facilitando a coocorrência da espécie em ambientes antropizados (Massara et al., 2016; Gaynor et al., 2018) .

Embora o cão doméstico seja associado a espécie humana, sua atividade sobrepõe-se em 58% com a de *L. pardalis* no PET. Estes dados sugerem que cães entram em unidades de conservação desacompanhados de seus donos; essas incursões podem ser fatais para algumas espécies resultado de predação. Já no CPCN Pró-Mata a sobreposição entre os cães e *L. pardalis* foi de apenas 27%. O cão doméstico pode perseguir ou até mesmo matar espécies selvagens, e portanto, evitá-los pode ser vantajoso para a sobrevivência de espécies nativas (Doherty et al. 2017).

Javalis (*S. scrofa*) apresentou pouca sobreposição de atividade com *L. Pardalis*, como era esperado. *Puma concolor* revelou um padrão mais diurno, dessa forma a sua atividade sobrepõe-se pouco com a de *L. pardalis* (31%) no CPCN Pró-Mata, no PET essa sobreposição não foi testado por falta de registros de *P.concolor*.

Já *P. onca*, apresentou atividade mais noturna, sobrepondo-se temporalmente em 73% com *L. Pardalis* no PET, única área onde há a presença deste grande predador. Embora alguns autores acreditem que *P. onca* possa exercer pressão sobre *L. pardalis* (Palomares & Caro, 1999), isto não foi observado no presente estudo, visto que além de sobreposição temporal as espécies apresentaram sobreposição espacial, indicando que o PET, onde ambas foram registradas, é um ambiente adequado e com suficientes recursos de habitat e presas para ambas espécies coocorrerem. Ou mesmo que já não há tantas áreas adequadas as espécies, fazendo com que todas tenham que compartilhar os poucos ambientes com recursos disponíveis. Como era esperado, a sobreposição de atividade com *H. yagaroundi* foi baixa, sugerindo que embora

as espécies tenham tamanho corporal e até mesmo hábitos semelhantes, a sua coexistência é conseguida através da segregação temporal., sendo *H. yagaroundi* fundamentalmente diurno e *L. pardalis* noturna, o que já é referido em por outros autores (Giordano, 2013; Emmons, 1988).

Quanto a sobreposição de atividade com potenciais presas, no CPCN Pró-Mata, obtivemos uma sobreposição de metade do tempo (50%) tanto com pequenos roedores (< 1kg) quanto com tatus (Cingulata).

Já no PET, a sobreposição de atividade de *L. pardalis* e *D. azarae* foi muito baixa, pelo que é provável que *D. azarae* não seja uma potencial presa importante para *L. Pardalis*, contrastando com estudos que encontram este roedor como uma potencial presa a espécie (Aliaga-Rosse et al., 2006). Já a sobreposição as demais potenciais presas (pequenos roedores, didelfídeos e lagomorfos) foi mais de 70%, indicando que talvez esses grupos sejam potenciais presas para *L. pardalis*.

#### *Implicações para a conservação*

A conservação de jagatirica no limite sul da Mata Atlântica depende da preservação dos remanescentes florestais nesta região, e além disso, depende do manejo dos usos da terra por humanos nas unidades de conservação e no seu entorno. A preservação de grandes áreas contínuas de floresta nativa preservada é fundamental para a preservação de populações estáveis de *L. pardalis* e de eventualmente outras espécies sensíveis à perturbação humana (Cruz et al. 2019). A avaliação de risco de extinção de *L. pardalis* no Brasil, realizada em 2013 pelo Instituto Chico Mendes de biodiversidade (ICMBIO), classificou a espécie como “Menos preocupante”, pois ocorre em grandes densidades dentro de unidades de conservação e consegue adaptar-se a ambientes alterados, inclusive em áreas agrícolas e de pequenas pastagens (Oliveira et al., 2013).

Contudo, os nossos resultados sugerem que, pelo menos nos remanescentes de Mata Atlântica do RS a espécie parece não ser tolerante a grandes alterações na paisagem. O PNSG embora seja caracterizado por vastas áreas de ambientes campestres, possui remanescentes de mata; no entanto essas manchas de mata não são contínuas. Pequenas manchas de mata parecem ser ambientes subótimos para *L. pardalis*, e a presença associada de animais domésticos e exóticos tende a reduzir ainda mais a sua probabilidade de ocupação.

Incentivamos estudos que busquem avaliar os potenciais danos causados por *S. scrofa* visto que a espécie ocorre não só nos PNSG e CPCN Pró-Mata, mas também outras unidades de conservação no RS como a Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA SF). Além disso, a espécie tende a expandir sua distribuição (De Oliveira, 2012) e, ainda, não se conhecem os seus reais impactos sobre a fauna nativa. Nossos resultados já indicam que *L. pardalis* tende a evitar javalis, seja pelas modificações causadas na paisagem, competição ou possíveis comportamentos agressivos.

Florestas contínuas e bem preservadas como o PET parecem ser o ambiente mais adequado para *L. pardalis*. Desse modo, é necessário que grandes unidades de conservação como essa sejam manejadas de modo a manter grandes áreas florestais contínuas e livres de ação antropogênica, bem como de espécies domésticas e exóticas. Essas medidas podem ser essenciais não só para garantir a persistência de *L. pardalis*, mas a de todas as espécies da fauna nativa intimamente associadas à Mata Atlântica.



## REFERÊNCIAS

- Agostinelli, C. and Lund, U., 2013. R package ‘circular’: circular statistics (version 0.4-7). URL <https://r-forge.r-project.org/projects/circular>.
- Aliaga-Rossel, E., Moreno, R.S., Kays, R.W. and Giacalone, J., 2006. Ocelot (*Leopardus pardalis*) Predation on Agouti (*Dasyprocta punctata*) 1. *Biotropica*, 38(5), pp.691-694.
- Bianchi, R.D.C., Mendes, S.L. and Júnior, P.D.M., 2010. Food habits of the ocelot, *Leopardus pardalis*, in two areas in southeast Brazil. *Studies on neotropical fauna and environment*, 45(3), pp.111-119.
- Burnham, K.P. and Anderson, D.R., 2002. A practical information-theoretic approach. Model selection and multimodel inference, 2nd ed. Springer, New York.
- Carbone, C. and Gittleman, J.L., 2002. A common rule for the scaling of carnivore density. *Science*, 295(5563), pp.2273-2276.
- Chinchilla, F.A., 1997. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*) y el manigordo (*Felis pardalis*)(Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, pp.1223-1229.
- Cruz, P., Iezzi, M.E., De Angelo, C., Varela, D., Di Bitetti, M.S. and Paviolo, A., 2018. Effects of human impacts on habitat use, activity patterns and ecological relationships among medium and small felids of the Atlantic Forest. *PloS one*, 13(8), p.e0200806.
- Cruz, P., De Angelo, C., Martínez Pardo, J., Iezzi, M.E., Varela, D., Di Bitetti, M.S. and Paviolo, A., 2019. Cats under cover: Habitat models indicate a high dependency on woodlands by Atlantic Forest felids. *Biotropica*, 51(2), pp.266 – 278.
- de Oliveira, C.H.S., 2012. Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa L.*) na América do Sul. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A. and De Angelo, C., 2006. Density, habitat use and activity

- patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*, 270(1), pp.153-163.
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A., De Angelo, C.D. and Di Blanco, Y.E., 2008. Local and continental correlates of the abundance of a neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*, 24(2), pp.189-200.
- Di Bitetti, M.S., De Angelo, C.D., Di Blanco, Y.E. and Paviolo, A., 2010. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36(4), pp.403-412.
- Distefano, E., 2005. Human-Wildlife Conflict worldwide: collection of case studies, analysis of management strategies and good practices. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Sustainable Agriculture and Rural Development Initiative (SARDI), Rome, Italy. Available from: FAO Corporate Document repository <http://www.fao.org/documents>.
- Doherty, T.S., Dickman, C.R., Glen, A.S., Newsome, T.M., Nimmo, D.G., Ritchie, E.G., Vanak, A.T. and Wirsing, A.J., 2017. The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological conservation*, 210, pp.56-59.
- Fiske, I. and Chandler, R., 2019. Overview of unmarked: an R package for the analysis of data from unmarked animals. <http://cran.cc.uoc.gr/mirrors/CRAN/web/packages/unmarked/vignettes/unmarked.pdf>
- Fornitano, L., 2015. Taxa de ocupação da jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e segregação espacial e temporal de felídeos na região norte e nordeste do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Biologia animal. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo. Brasil.
- Gaynor, K.M., Hojnowski, C.E., Carter, N.H. and Brashares, J.S., 2018. The influence of

- human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360(6394), pp.1232-1235.
- Giordano, A.J., 2016. Ecology and status of the jaguarundi *Puma yagouaroundi*: a synthesis of existing knowledge. *Mammal Review*, 46(1): 30-43.
- Goulart, F.V.B., Cáceres, N.C., Graipel, M.E., Tortato, M.A., Ghizoni Jr, I.R. and Oliveira-Santos, L.G.R., 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, 74(3), pp.182-190.
- Harveson, P.M., Tewes, M.E., Anderson, G.L. and Laack, L.L., 2004. Habitat use by ocelots in south Texas: implications for restoration. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), pp.948-955.
- Hemmer, H., 1990. Domestication: the decline of environmental appreciation. Cambridge University Press.
- Hughes, J. and Macdonald, D.W., 2013. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation*, 157, pp.341-351.
- Jackson, V.L., Laack, L.L. and Zimmerman, E.G., 2005. Landscape metrics associated with habitat use by ocelots in south Texas. *The Journal of wildlife management*, 69(2), pp.733-738.
- Karanth, K.U. and Nichols, J.D., 2011. Estimation of demographic parameters in a tiger population from long-term camera trap data. In *Camera traps in animal ecology* (pp. 145-161). Springer, Tokyo.
- Kerr, J.T., 1997. Species Richness, Endemism, and the Choice of Areas for Conservation: Riqueza de Especies, Endemismo y Selección de Areas para Conservación. *Conservation Biology*, 11(5), pp.1094-1100.
- Kolowski, J.M. and Alonso, A., 2010. Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation*, 143(4), pp.917-925.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000) 100 of the World's Worst Invasive

Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.

- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L. and Hines, J., 2006. *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence.*, Elsevier: San Diego, CA.
- Maffei, L., Noss, A.J., Cuéllar, E. and Rumiz, D.I., 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology*, 21(3), pp.349-353.
- Marinho, P.H., Bezerra, D., Antongiovanni, M., Fonseca, C.R. and Venticinque, E.M., 2018. Estimating occupancy of the Vulnerable northern tiger cat *Leopardus tigrinus* in Caatinga drylands. *Mammal Research*, 63(1), pp.33-42.
- Massara, R.L., Paschoal, A.M.O., Bailey, L.L., Doherty, P.F. and Chiarello, A.G., 2016. Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 97(6), pp.1634-1644.
- Massara, R.L., Paschoal, A.M.D.O., L. Bailey, L., F. Doherty Jr, P., Hirsch, A. and G. Chiarello, A., 2018. Factors influencing ocelot occupancy in Brazilian Atlantic Forest reserves. *Biotropica*, 50(1), pp.125-134.
- Meredith, M. and Ridout, M., 2014. Overview of the overlap package. *R. Proj.*, pp.1-9.
- Moreno, R.S., Kays, R.W. and Samudio, R., 2006. Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline.

- Journal of Mammalogy, 87(4), pp.808-816.
- Murray, J.L. and Gardner, G.L., 1997. *Leopardus pardalis*. Mammalian species, (548), pp.1-10.
- Nagy-Reis, M.B., Nichols, J.D., Chiarello, A.G., Ribeiro, M.C. and Setz, E.Z., 2017. Landscape use and co-occurrence patterns of Neotropical spotted cats. PloS one, 12(1), p.e0168441.
- Newsome, T.M., Dellinger, J.A., Pavey, C.R., Ripple, W.J., Shores, C.R., Wirsing, A.J. and Dickman, C.R., 2015. The ecological effects of providing resource subsidies to predators. Global Ecology and Biogeography, 24(1), pp.1-11.
- Oliveira, T.G., Tortato, M.A., Silveira, L., Kasper, C.B., Mazim, F.D., Lucherini, M., Jácomo, A.T., Soares, J.B.G., Marques, R.V., Sunquist, M.E. (2010). Ocelot ecology and its effect on the small-felid guild in the lowland Neotropics. In: Biology and Conservation of Wild Felids. Eds. Macdonald, D.W. & Loveridge, A.J. Oxford University Press, Oxford, U.K., pp.559-580.
- Oliveira, T.G., de Almeida, L.B. and de Campos, C.B., 2013. Avaliação do risco de extinção da jaguatirica *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, (1), pp.66-75.
- Oliveira, T.G. and Pereira, J.A., 2014. Intraguild predation and interspecific killing as structuring forces of carnivoran communities in South America. Journal of Mammalian Evolution, 21(4), pp.427-436.
- Palomares, F. and Caro, T.M., 1999. Interspecific killing among mammalian carnivores. The American Naturalist, 153(5), pp.492-508.
- R Development Core Team. 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3- 900051-07-0. <http://www.R-project.org>

- Ridout, M.S. and Linkie, M., 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), pp.322-337.
- Rio Grande Do Sul. 2014. Decreto Lei nº 51.797, de 8 de setembro de 2014. Publicado no DOE nº 173, de 09 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.
- Santos, F.M., de Macedo, G.C., Barreto, W.T.G., Oliveira-Santos, L.G.R., Garcia, C.M., de Miranda Mourão, G., de Oliveira Porfírio, G.E., Marino, E.D., Andre, M.R., Perles, L. and de Oliveira, C.E., 2018. Outcomes of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma evansi* infections on health of Southern coati (*Nasua nasua*), crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), and ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Brazilian Pantanal. *PloS one*, 13(8), p.e0201357.
- SEMA Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2005. Plano de Manejo do Parque Estadual do Turvo. Estado do Rio Grande do Sul.
- Strassmann, B.I., 1987. Effects of cattle grazing and haying on wildlife conservation at National Wildlife Refuges in the United States. *Environmental Management*, 11(1), pp.35
- Tirelli, F.P., de Freitas, T.R., Michalski, F., Percequillo, A.R. and Eizirik, E., Using reliable predator identification to investigate feeding habits of Neotropical carnivores (Mammalia, Carnivora) in a deforestation frontier of the Brazilian Amazon. *Mammalia*. 20180106, ISSN (Online) 1864-1547, ISSN (Print) 0025-1461.

### Material suplementar

**S1:** Resultado do teste de correlação de Spearman entre as covariáveis consideradas.

Variável	MDBM	onça	Gado	javali	Puma	Cães	humanos	Drio	Dest	NDVI
MDBM	1									
Onça	-0.23	1								
Gado	0.01	-0.18	1							
Javali	-0.07	-0.21	0.29	1						
Puma	-0.03	-0.11	0.01	0.33	1					
Cães	-0.17	0.21	-0.08	0.04	-0.13	1				
humanos	-0.31	0.14	-0.12	0.15	0.14	0.48	1			
Drio	0.03	-0.14	0.35	0.38	0.05	-0.03	-0.07	1		
Dest	0.45	-0.31	.25	-0.15	-0.20	-0.30	-0.51	-0.20	1	
NDVI	-0.02	0.16	-0.69	-0.10	0.01	0.15	0.24	-0.30	-0.24	1

### Capítulo 3

**Vivendo no limite: estimativas de densidade populacional de jaguatirica, *Leopardus pardalis*, em áreas do extremo sul da Mata Atlântica**



Artigo a ser submetido para publicação no periódico *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy*

Normas para autores: <http://www.italian-journal-of-mammalogy.it/Instructions-for-Authors,693.html>



## **Vivendo no limite: estimativas de densidade populacional de jaguatirica, *Leopardus pardalis*, em áreas do extremo sul da Mata Atlântica**

### **Resumo**

A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) é um felídeo neotropical de extensa distribuição geográfica. No limite sul de sua distribuição encontra-se o estado brasileiro do Rio Grande do Sul (RS), onde é classificada como “Vulnerável” devido à degradação do habitat florestal nativo. O estado possui uma única estimativa de densidade populacional, realizada há cerca de 10 anos. Estimativas de densidade são cruciais para tomadas de decisões em relação à conservação das espécies. Deste modo, este estudo teve por objetivo estimar a densidade populacional de *L. pardalis* em três distintas unidades de conservação da Mata Atlântica no limite sul de sua distribuição. Para tal, foram utilizados dados de armadilhamento fotográfico, analisados utilizando modelos de captura e recaptura espacial (SCR). Na primeira área de estudo, misto de campos e florestas, o esforço amostral foi 1800 armadilhas-dia e apenas um indivíduo foi detectado, pelo que não foi possível estimar a densidade. Na segunda área, de florestas em regeneração natural, o esforço amostral foi de 1440 armadilhas-dia no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018, quatro indivíduos foram detectados, e foi estimada uma densidade de 27 ( $\pm 24$ ) indivíduos/100km<sup>2</sup>. Na terceira área, de maior cobertura florestal nativa, o esforço amostral foi de 1220 armadilhas-dia, no período de março a maio de 2018 foram contabilizados 14 indivíduos, e estimaram-se 15,5 ( $\pm 6$ ) indivíduos/100km<sup>2</sup>, estimativa similar à realizada há anos na mesma área (14 indivíduos/100km<sup>2</sup>). As estimativas obtidas sugerem densidades de 27 ( $\pm 24$ ) indivíduos/100km<sup>2</sup> e 15,5 ( $\pm 6$ ) indivíduos/100km<sup>2</sup> em duas áreas com características distintas. Áreas abertas e com pequenas manchas de mata tendem a abrigar uma baixa densidade da espécie, enquanto que áreas bem preservadas e contínuas parecem suportar uma densidade maior e mais estável ao longo do tempo, fundamentais para a conservação de *L. pardalis*. A preservação dos remanescentes de Florestas Estacionais Deciduais parece ser fundamental para a sobrevivência de *L. pardalis* no limite sul da Mata Atlântica. A conectividade destes remanescentes com áreas semelhantes na Argentina, parece ser crucial para a conservação de longo-prazo de populações estáveis da espécie.

**Palavras chave:** Armadilha fotográfica; Felidae; Rio Grande do Sul; SCR

### **Introdução**

A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) é uma espécie de felídeo neotropical de porte médio que possui ampla área de distribuição geográfica, ocorrendo desde o sul da América do norte até a porção norte da Argentina e sul do Brasil (Murray & Gardner, 1997). Em consequência da extensa distribuição, a espécie apresenta padrões comportamentais variados, de acordo com as condições oferecidas pelo habitat, como variação na dieta, variação nos tamanhos de área de vida e distintas densidades populacionais (Moreno & Giacalone, 2006).

Embora de ampla distribuição, *L. pardalis* está associada a densas coberturas florestais

e tende a evitar áreas abertas (Emmons, 1988; Haines et al., 2006). Essa preferência por habitats florestais prístinos pode influenciar a densidade nas diferentes populações ao longo de sua distribuição. Biomas caracterizados por áreas abertas como a Caatinga brasileira e os Llanos colombianos possuem baixas densidades populacionais: 3,16 indivíduos/100km<sup>2</sup> e 5,47/100km<sup>2</sup>, respectivamente (Penido et al., 2006; Diaz-pulido & Garrido, 2011). Já na Amazônia peruana, área altamente florestada, a densidade pode chegar a 43,5 - 58,5 indivíduos/100 km<sup>2</sup> (Kolowski & Alonso, 2010). A densidade da espécie parece estar associada à disponibilidade de recursos, em particular refúgio e presas, que por sua vez respondem a outros fatores bióticos e abióticos incluindo condições climáticas, aspectos da estrutura e composição da paisagem, e ainda associada à presença de competidores ou predadores (Bitetti et al., 2008).

A degradação do habitat se tornou uma ameaça não só para *L. pardalis*, mas para todas as espécies da fauna nativa florestal (Mendonça, 2014; Penido et al., 2016). No Brasil, a espécie não é ameaçada. Porém, no Rio Grande do Sul (RS), *L. pardalis* é categorizada como “Vulnerável” onde as populações se encontram exclusivamente associadas ao bioma Mata Atlântica (Rio Grande do Sul, 2014), embora existam registros esporádicos no Pampa (Peters et al., 2017).

O Rio Grande do Sul engloba 7.496 km<sup>2</sup> de Mata Atlântica, predominantemente, concentrada na porção norte do Estado (Jarenkow & Waechter, 2001), constituindo o limite sul da distribuição mundial de *L. pardalis* (Paviolo et al., 2015). Os remanescentes de Mata Atlântica do RS encontram-se em diferentes formações vegetais: em Florestas Ombrófilas caracterizadas pelo alto índice pluviométrico e em Florestas Estacionais que possuem duas estações bem definidas (uma seca e outra chuvosa) e são caracterizadas pela perda de folhas na estação seca (SEMA, 2005). As preferências de habitat da espécie são pouco conhecidas na região, visto que as fisionomias florestais de Mata Atlântica são bastante distintas. Bolze et al. (in prep) concluíram que a ocupação por *L. pardalis* responde positivamente à cobertura florestal e negativamente à perturbação humana, estando, provavelmente, muito dependente da preservação dos remanescentes florestais no limite sul da Mata Atlântica e dependente do manejo sustentável dos usos da terra por humanos.

Em complemento a estimativas de probabilidade de ocupação, estimativas de densidade populacional são ferramentas fundamentais para a conservação, pois permitem a identificação de declínio ou aumento de populações, tornando-se úteis para averiguar a necessidade de estratégias ou manejo das populações. Estudos prévios de densidade populacional de *L. pardalis* foram baseados em dados de telemetria (Ludlow & Sunquist, 1987; Crawshaw, 1995; González-maya & Cardenal-porras, 2012) e em dados provindos de armadilhas

fotográficas (Paschoal, 2008; Mendonça, 2014; Penido et al., 2016; Rocha et al., 2016). Este método, amplamente utilizado nas duas últimas décadas, além de não-invasivo, e particularmente adequado para espécies crípticas como *L. pardalis*, permite a obtenção de dados referentes a outras espécies que compõem as comunidade locais.

Existe apenas um estudo de densidade populacional de *L. pardalis* no RS, realizado no Parque Estadual do Turvo, extremo noroeste do Estado, estimando entre 14 e 26 indivíduos/100km<sup>2</sup> (Kasper et al., 2015). Há, contudo, diversos estudos de densidade populacional de *L. pardalis* em outras regiões da Mata Atlântica que variam entre 4,7 e 23 indivíduos/100km<sup>2</sup> (Di Bitetti et al, 2008; Paschoal, 2008). No entanto, muitos desses baseiam-se em modelos tradicionais de captura e recaptura (CR). Esse método tem sido alvo de várias críticas visto que um mesmo conjunto de dados pode gerar estimativas muito variadas, influenciadas pelo tamanho da área efetivamente amostrada (buffer -área externa ao mínimo polígono convexo das armadilhas); por exemplo, Paschoal (2008) estimou uma densidade de 21 indivíduos/100km<sup>2</sup> utilizando como buffer a média da distância máxima percorrida pelos indivíduos, denominada MMDM (Mean Maximum Distance Moved) e 52 indivíduos/100km<sup>2</sup> utilizando um buffer que corresponderia a metade desse valor ( $\frac{1}{2}$  MMDM). Ainda que estimativas que utilizam o valor integral de MMDM como buffer sejam consideradas como mais realistas que  $\frac{1}{2}$  MMDM (Soisalo & Cavalcanti, 2006). O método CR possui pouca justificativa teórica (Royle & Gardner, 2011) . Para tanto, Foster and Harmsen (2012), sugerem estimar densidades populacionais baseando-se em modelos de Captura e Recaptura Espacial (SCR), onde as estimativas de densidade populacional são baseadas no histórico de capturas e recapturas somado às informações espaciais. Esses modelos, são modelos hierárquicos que pressupõem que os indivíduos se distribuem uniformemente em determinada área e que cada indivíduo possui um centro de atividade, assumindo a probabilidade de um indivíduo ser capturado baseado no posicionamento espacial do detector e a distância do centro de atividade do animal. Podem ser incorporadas ao modelo outras covariáveis relacionadas tanto com a probabilidade de detecção dos animais, quanto relacionadas ao detector (por exemplo, temperatura, humidade, altitude, etc) (Royle & Gardner, 2011).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar a densidade populacional de *L. pardalis* em distintas áreas do limite sul da distribuição da espécie, a Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. Considerando os padrões de densidade ao longo da distribuição da espécie, é esperado que em áreas abertas e campestres associadas à Mata Atlântica como os Campos de Cima da Serra, região nordeste do RS, *L. pardalis* apresente baixa densidade; em paralelo espera-se que as densidades aumentem crescentemente com a cobertura por floresta nativa

preservada. Este estudo é o primeiro a utilizar SCR para estimar densidades de *L. pardalis* no RS e o segundo para Mata Atlântica. Dado que esta abordagem analítica é a mais fiável à luz do conhecimento atual, esperamos obter estimativas robustas que possam suportar a identificação de áreas prioritárias para a conservação da espécie no limite sul da Mata Atlântica e subsidiar o delimitamento de ações de conservação que possam garantir a preservação da espécie onde as densidades são menores.

## **Material e Métodos**

### *Áreas de estudo*

Para a obtenção de dados foi utilizado o método de armadilhamento fotográfico em três distintas áreas protegidas de remanescentes de Mata Atlântica no limite sul do bioma, localizado no estado do Rio Grande do Sul (Figura 1A). Em cada área, foi estabelecido o mesmo desenho amostral: 20 estações de armadilhas fotográficas, sendo que cada estação continha duas armadilhas fotográficas pareadas, a fim de facilitar a identificação individual de cada animal (Karanth, 1995). Cada estação foi instalada a uma distância de cerca de 1km da estação mais próxima. As câmeras ficaram ativas 24 horas por dia, no modo vídeo, com intervalos de 5 segundos, por um período de cerca de 60 dias em cada uma das áreas.

A primeira área amostrada foi o Parque Nacional da Serra Geral (PNSG) (29°25' S e 50°15' W) no município de Cambará do Sul, situado nos Campos de Cima da Serra, região nordeste do RS; o PNSG é uma unidade de conservação integral com 17.300ha e, juntamente, com o Parque Nacional de Aparados da Serra constitui uma área de preservação de 30.360ha. A paisagem consiste majoritariamente de um mosaico heterogêneo de matas e campos. As formações florestais presentes são a Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária) e a Floresta Nebular que se encontram inseridas em meio a campos secos, campos limpos e campos turfosos (Figura 1B) (MMA, 2003). A área amostrada é uma área em processo de desapropriação, pelo que ainda aí ocorrem rebanhos de gado que pastejam os campos (MMA, 2003). As armadilhas fotográficas ficaram ativas nesta área entre os meses de setembro e novembro de 2017.

A segunda área amostrada foi o Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata) (29°27' S e 50°15' W) no município de São Francisco de Paula, também localizado na região nordeste do RS. O CPCN Pró-Mata é uma área de caráter privado com fins estritamente científicos e acadêmicos. Possui uma área de 3.103,88ha que se encontra em

regeneração natural desde 1996 (Blochtein et al., 2011). É composta por Florestas Ombrófila Mista e Densa, além de pequenas manchas de formações campestres do tipo Estepe. O clima é classificado clima subtropical superúmido, a temperatura máxima no mês de janeiro é de 27°C, e das mínimas no mês mais frio (julho) fica entre 6 e 7°C (IBGE, 1986) (Figura 1C). Nessa área, as armadilhas fotográficas ficaram ativas entre os meses de dezembro de 2017 e fevereiro de 2018.

A terceira área selecionada foi o Parque Estadual do Turvo (PET) (27°00'S e 54°10'W), localizado no município de Derrubadas no extremo noroeste do RS. É a unidade de conservação mais antiga do Estado (criado em 1947), e seus 17.500 ha de Floresta Estacional Decidual preservada abrigam espécies criticamente ameaçadas de extinção no RS como onça-pintada (*Panthera onca*), anta (*Tapirus terrestris*) e harpia (*Harpia harpyja*). O clima é subtropical que corresponde às regiões onde as temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) são superiores a 22° C e no mês mais frio (julho) a temperatura oscila entre -3° C a 18° C. Nessa área, a amostragem foi realizada entre os meses de março a maio de 2018 (Figura 1D).

### *Análise dos dados*

Os indivíduos de *L. pardalis* registrados pelos vídeos das armadilhas fotográficas foram identificados individualmente pelo padrão de manchas de seus flancos. Cada indivíduo possui um padrão único de manchas em seus flancos, sendo que os flancos direito e esquerdo não são simétricos, por isto a necessidade de duas câmeras em cada estação. Foram feitas fotos a partir dos vídeos obtidos e assim cada registro foi comparado um a um manualmente, além disso foi feito um teste cego onde mais três pesquisadores receberam as imagens não identificadas e foram capazes de identificar os indivíduos por seus padrões de pelagem. Os registros em que não foi possível identificar o indivíduo seja pela má qualidade da imagem, ou por não se ter o outro flanco do animal tiveram de ser descartados.

Para a análise de densidade foram utilizados modelos de SCR através do pacote oSCR, no software R (disponível para *download* no GitHub). Para tanto, foram elaborados quatro modelos, três com variações na probabilidade de detecção ( $p$ ) e um com variação nos padrões de deslocamento individuais ( $\sigma$ ): M0 probabilidade de detecção constante, sem variação (modelo nulo), Mb probabilidade de detecção variando após a primeira detecção, ou seja, após a primeira captura as chances de recaptura aumentam (*Trap happy*) ou diminuem (*Trap shy*), Msex em que a probabilidade de captura varia em função do sexo do indivíduo; Msig o sexo tem influência sobre a dimensão da área de vida ( $\sigma$ ). Os modelos foram

selecionados seguindo o Critério de Informação de Akaike (AIC), tendo sido considerados modelos igualmente bem ajustados aqueles com  $\Delta AIC < 2$ .

## Resultados

Embora o esforço amostral tenha sido semelhante nas três áreas amostradas, os resultados foram muito distintos entre áreas em termos de números de registros de *L. pardalis*. De um esforço amostral de 1800 armadilhas/dia, foi obtido apenas um registro de *L. pardalis* no PNSG, pelo que não foi possível avaliar a densidade nesta área. No CPCN Pró-Mata, com esforço amostral de 1440 armadilhas/dia, foram obtidos sete registros de *L. pardalis*, quatro capturas, duas recapturas e um registro descartado por não ser possível a identificação do indivíduo. Foram reconhecidos quatro indivíduos, dois machos, uma fêmea e um indivíduo jovem cujo sexo não foi possível identificar. No CPCN Pró-Mata, todos os modelos de estimativa de densidade se mostraram igualmente bem ajustados ( $\Delta AIC < 2$ ), no entanto, as estimativas foram distintas (Tabela 1). O resultado indicado pelo modelo nulo M0 ( $\Delta AIC = 0$ ), gerou uma densidade média estimada de 27 indivíduos/ 100km<sup>2</sup> (Erro Padrão – EP  $\pm$  24).

No Parque Estadual do Turvo, com um esforço amostral de 1220 armadilhas/dia foram obtidos 72 registros de *L. pardalis*, tendo sido identificados 14 indivíduos: oito fêmeas, quatro machos e dois indivíduos jovens de sexo indefinido. Foram obtidas 54 recapturas e quatro registros foram descartados por não ser possível a identificação individual. O melhor modelo seguindo o critério AIC foi o modelo comportamental Mb. A estimativa de  $p(b)$  foi 1.55 ( $P < 0.05$ ). A densidade estimada para esta área foi de 15,5 indivíduos por 100km<sup>2</sup> (EP  $\pm$  6) (Tabela 2).

## Discussão

### **Qual a melhor floresta para *L. pardalis*? As diferentes fisionomias e os diferentes graus de preservação do limite sul da Mata Atlântica**

Embora seja um único bioma, a Mata Atlântica apresenta diferentes fisionomias (Jarenkow & Waechter, 2001). As três áreas foco no nosso estudo apresentam-se ao longo de diferentes fitofisionomias. Os nossos resultados sugerem que densidades mais elevadas ocorrem em áreas mais pristinas, de cobertura florestal mais densa, ao passo que áreas mais abertas tendem a apresentar densidades mais baixas. Com efeito, não nos foi sequer possível estimar a densidade populacional de *L. pardalis* no PNSG, devido ao muito reduzido número de registros, o que sugere que, efetivamente, nesta área a densidade da espécie é muito baixa, ainda mais considerando que esforço amostral foi equivalente ao das demais áreas.

O PNSG fica situado na região dos Campos de Cima da Serra e, embora possua florestas, sua paisagem é dominada por campos; além disso, as manchas florestais são descontínuas, o que não deve suportar a existência de populações grandes de *L. pardalis* (Chiarello, 1999; Connolly, 2009) na região. Florestas Ombrófilas Mistas são florestas compostas predominantemente pelo pinheiro-brasileiro ou araucária (*Araucaria angustifolia*), e é possível que a área forneça recursos alimentares limitados para as presas de *L. pardalis*. Além disso, por ser uma área em desapropriação há a presença de gado na área, o que também pode influenciar o baixo número de registros.

No CPCN Pró-Mata, estimamos a densidade em 27 indivíduos/100km<sup>2</sup>; no entanto, a estimativa de variação é muito ampla criando um grande intervalo de confiança para essa densidade média (entre 4,5 e 170,2 indivíduos/100km<sup>2</sup>). Esta baixa precisão é reflexo do reduzido número de registros e pode conduzir a superestimativas de densidade. Definimos três hipóteses associadas à baixa taxa de recaptura: i) as estações (detectores) estavam localizadas distantes do centro de atividade dos indivíduos; ii) as áreas de vida dos indivíduos podem ser muito grandes; e/ou iii) alguns indivíduos registrados podem ser transientes.

O CPCN Pró-Mata possui uma fisionomia intermediária entre o PNSG e o PET, visto que engloba ambientes campestres tal como o PNSG, mas em menor área, e as regiões florestadas não são tão densas quanto no PET; a vegetação varia de Floresta Ombrófila Mista (mata de araucária) como no PNSG, até Floresta Ombrófila Densa. Mendonça (2014) estimou

uma densidade de 8,4 indivíduos/100km<sup>2</sup> em ambiente semelhante no Parque Nacional da Serra do Mar (PESM), no sudoeste do Brasil. É possível que em regiões com este tipo de mosaicismo florestal as populações de *L. pardalis* sejam menores, mas são necessários mais estudos para confirmar esta tendência.

O PET foi a área onde se obteve mais registros, além de um elevado número de recapturas mostrando forte atividade da espécie na área. Um estudo anterior realizado na mesma área, em 2005-2006, estimou a densidade de *L. pardalis* em 14 indivíduos/ 100km<sup>2</sup> (Kasper et al., 2015). A nossa amostragem, realizada mais de dez anos depois, resultou numa estimativa média muito próxima (15,5 indivíduos/ 100km<sup>2</sup>), embora a abordagem analítica tenha sido distinta (SCR neste estudo e CR em Kasper et al., 2015).

O PET é composto por um grande remanescente de Floresta Estacional Decidual, que se une à região de Misiones na Argentina, formando um grande corredor ecológico que culmina a norte no Parque Nacional do Iguazu (PNI). Além disso, essas florestas são caracterizadas por perderem as folhas em determinadas estações e isso acarreta a formação de uma cobertura no solo, formada por serrapilheira, aparentemente positivamente associada à presença de *L. pardalis* (Connolly, 2009). Além da fisionomia, o tamanho do fragmento é importante para a manutenção de populações estáveis das espécies dependendo da sua área de vida e da existência de comportamentos territoriais (Emmons, 1988). Chiarello (1999) comparou a diversidade de mamíferos em remanescentes de Mata atlântica de tamanhos diferentes e verificou que áreas maiores (20.000 ha) apresentam maior diversidade de espécies, especialmente no que se refere a mamíferos de grande dimensão e predadores. Chiarello (1999) verificou ainda que a presença de *L. pardalis* só foi confirmada nas áreas de maior dimensão e que áreas pequenas (200 ha), principalmente se perturbadas e sem conexão com alguma outra área, se tornam locais onde os animais têm poucas chances de sobreviver.

Assim, é necessário prosseguir na identificação dos fatores que podem influenciar ou até mesmo limitar as densidades de *L. pardalis*, por exemplo procurando compreender se Florestas Ombrófilas possuem de fato recursos alimentares limitados ou se há outros fatores de composição e configuração da paisagem que possam estar contribuindo para a baixa densidade da espécie nestes ambientes. Contudo, parece evidente que manchas de habitat contínuo em Florestas Estacionais como ocorre no PET são locais de maior adequabilidade para a espécie, e onde populações estáveis têm maior chance de subsistir, destacando a importância da sua preservação e até eventual restauração de remanescentes, principalmente no limite sul da distribuição de *L. pardalis* que coincide com o extremo sul da tão fragmentada e reduzida Mata



Atlântica.

### **A Mata Atlântica brasileira e *L. pardalis***

Os nossos resultados estão de acordo com outras estimativas para a densidade de *L. pardalis* ao longo da Mata Atlântica, independentemente da abordagem analítica. No PET, a área mais preservada das três áreas amostradas, a nossa estimativa média foi de 15,5 indivíduos/100km<sup>2</sup>, concordante com os valores obtidos ao longo da Mata Atlântica (4,7 - 23 indivíduos/100km<sup>2</sup>; Di Bitetti et al., 2008; Paschoal, 2008) (Figura 2).

O modelo mais parcimonioso na nossa estimativa mais precisa (para o PET) foi o modelo Mb, que se refere a uma mudança de comportamento do indivíduo após a primeira captura, modificando a sua probabilidade de recaptura. Neste caso, a variação foi positiva, indicando um comportamento do tipo *trap happy*. Esse resultado foi obtido, provavelmente, pela elevada taxa de recaptura de um mesmo indivíduo. As armadilhas fotográficas não possuíam iscas ou qualquer outro tipo de atrativo, mas é possível que a retirada de vegetação no entorno da estação de armadilhamento, que é realizada para obter melhores filmagens dos animais, tenha de alguma forma criado uma trilha que facilitou a passagem dos animais, principalmente, nas estações localizadas em vegetação densa. Outra possibilidade é que algumas estações podem ter coincidido com o centro de atividade de alguns indivíduos resultando em uma elevada taxa de recaptura desses indivíduos. Importa referir que comportamentos *trap happy* ou elevado número de recapturas podem conduzir a subestimativas da população. Assim, a nossa estimativa para o PET pode estar subestimada, no entanto, a consistência com os resultados de Kasper et al. (2015) confere certa confiança aos resultados obtidos e possivelmente mostra que a população se mantém estável na região.

Além do nosso trabalho, atualmente, existem apenas quatro estudos que estimam a densidade de *L. pardalis* utilizando SCR (Noss et al., 2012; Mendonça 2014; Rocha et al., 2016; Penido et al., 2016) (Tabela 3). Destes, o único realizado em Mata Atlântica é o trabalho de Mendonça (2014), que estimou 8,4 indivíduos/100km<sup>2</sup> no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), uma unidade de conservação no sudeste brasileiro. A densidade estimada para o PET foi superior à obtida para o PESM. Embora a estimativa de densidade para o PET tenha sido mais elevada, o PESM possui 315.390 hectares enquanto que o PET, apenas 17.500 hectares, desta forma a população do PET parece ser muito inferior a a população do PESM.

O PET apresenta um contínuo florestal representado pelo corredor PET-Misiones-PNI.

No entanto, a presença do Rio Uruguai entre esses contínuos pode ou não ser uma barreira para a espécie. No caso de não ser, essa conexão pode significar que há uma grande população de *L. pardalis* nesta área. Caso o rio seja uma barreira, a população do PET seria em torno de 27 indivíduos e se encontraria isolada do corredor, como em uma ilha com muitos recursos, o que também pode explicar a alta densidade populacional.

### **Conclusão**

A estimativa de densidade de espécies ameaçadas é particularmente delicada do ponto de vista dos seus manejo e conservação, pois quer superestimativas, quer subestimativas podem trazer consequências negativas para as espécies, devido a aplicação de ações desadequadas. Recomenda-se o uso de SCR para futuros estudos de densidade, pois suas estimativas levam em consideração o espaço já inseridos nos modelos, gerando estimativas mais confiáveis (Foster & Harmsen, 2012).

Os nossos resultados apontam uma forte dependência das populações de *L. pardalis* no limite sul da Mata Atlântica com manchas preservadas de Florestas Estacionais Deciduais. Diante disso, estudos de uso do habitat são necessários para compreender as áreas mais adequadas a espécie. A conversão de outras manchas do mesmo tipo em outros tipos de uso da terra poderá, efetivamente implicar perda de habitat crucial para *L. pardalis* (Cruz et al., 2018). Vemos a proteção dos remanescentes deste tipo de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, e da sua conectividade com remanescentes semelhantes na Argentina, como crucial para a conservação de longo-prazo de populações estáveis de *L. pardalis* no extremo sul da Mata Atlântica.

## Referências

- Blochtein, B., Liwock, J.A., Mondin, C.A., Lahm, R.A., Fontana, C., Hoppe, L. and Junior, D., 2011. NS, Wilk, EO; Mello, RSP Plano de Manejo–Pró-Mata. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto do Meio Ambiente.
- Borchers, D. and Fewster, R., 2016. Spatial capture–recapture models. *Statistical Science*, 31(2), pp.219-232.
- Crawshaw, P. G. 1995. Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in brazil and argentina. Tese de doutorado.
- Connolly, A.R., 2009. Defining Habitat for the Recovery of Ocelots (*Leopardus pardalis*) in the United States. M.Sc. thesis, Department of Zoology, Texas State University-San Marcos
- Diaz-Pulido, A. and Payán Garrido, E., 2011. Densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los llanos colombianos. *Mastozoología neotropical*, 18(1).
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A. and De Angelo, C., 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*, 270(1), pp.153-163.
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A., De Angelo, C.D. and Di Blanco, Y.E., 2008. Local and continental correlates of the abundance of a neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*, 24(2), pp.189-200.
- Dillon, A. and Kelly, M.J., 2007. Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. *Oryx*, 41(4), pp.469-477.
- Emmons, L., 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue d'écologie*.
- Foster, R.J. and Harmsen, B.J., 2012. A critique of density estimation from camera-trap data. *The Journal of Wildlife Management*, 76(2), pp.224-236.
- Fusco-Costa, R., Ingberman, B., Couto, H.T.Z.D., Nakano-Oliveira, E. and Monteiro Filho, E.L.D.A., 2010. Population density of a coastal island population of the ocelot in Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Mammalian Biology*, 75(4), pp.358-362.
- González-Maya, J.F. and Cardenal-Porras, J., 2012. Ocelot density in the Caribbean slope of the Talamanca region, Costa Rica. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 22(2).

- Goulart, F.V.B., Graipel, M.E., Tortato, M.A., Ghizoni-Jr, I.R., Oliveira-Santos, L.G.R. and Cáceres, N.C., 2009. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, 4(3), pp.137-143.
- Haines, A.M., Janecka, J.E., Tewes, M.E., Grassman Jr, L.I. and Morton, P., 2006. The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States. *Oryx*, 40(1), pp.90-94.
- Jarenkow, J.A. and Waechter, J.L., 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista brasileira de botânica*. São Paulo. Vol. 24, n. 3 (2001), p. 263-272.
- Kasper, C.B., Mazim, F.D., Soares, J.B. and Oliveira, T.G.D., 2015. Density estimates and conservation of *Leopardus pardalis* southernmost population of the Atlantic Forest. *Iheringia. Série Zoologia*, 105(3), pp.367-371.
- Kolowski, J.M. and Alonso, A., 2010. Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation*, 143(4), pp.917-925.
- Lima, F., 2009. Estimativas de abundância e densidade populacional da jaguatirica através de modelos de marcação-recaptura: estudo de caso nos remanescentes florestais do Pontal do Paranapanema, São Paulo. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Linkie, M., Haidir, I.A., Nugroho, A. and Dinata, Y., 2008. Conserving tigers *Panthera tigris* in selectively logged Sumatran forests. *Biological Conservation*, 141(9), pp.2410-2415.
- Ludlow, M.E. and Sunkist, M.E., 1987. Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *National Geographic Research*, 3(4), pp.447-461.
- Maffei, L., Noss, A.J., Cuéllar, E. and Rumiz, D.I., 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology*, 21(3), pp.349-353.
- Marques, R.V. and Mazim, F.D., 2005. A utilização de armadilhas fotográficas para o estudo de mamíferos de médio e grande porte. *Caderno La Salle XI*, 2(1), pp.219-228.
- Martínez-Hernández, A., Rosas-Rosas, O.C., Clemente-Sánchez, F., Tarango-Arámbula, L.A., Palacio-Nunez, J., Bender, L.C. and Herrera-Haro, J.G., 2015. Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, Mexico. *Oryx*, 49(4), pp.619-625.

- Mendonça, P. P. D. 2014. A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) no Parque Estadual da Serra do Mar: densidade, tamanho populacional e perspectivas para a conservação. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Monterrubio-Rico, T.C., Charre-Medellín, J.F., Pérez-Martínez, M.Z. and Mendoza, E., 2018. Use of remote cameras to evaluate ocelot (*Leopardus pardalis*) population parameters in seasonal tropical dry forests of central-western Mexico. *Mammalia*, 82(2), pp.113-123.
- Moreno, R. and Bustamante, A., 2009. Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa.
- Moreno, R. and Giacalone, J., 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia*.
- Murray, J.L. and Gardner, G.L., 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian species*, (548), pp.1-10.
- Noss, A.J., Gardner, B., Maffei, L., Cuéllar, E., Montañó, R., Romero-Muñoz, A., Sollman, R. and O'Connell, A.F., 2012. Comparison of density estimation methods for mammal populations with camera traps in the Kaa-Iya del Gran Chaco landscape. *Animal Conservation*, 15(5), pp.527-535.
- Paschoal, A. M. de O. 2008. Predadores em fragmentos de Mata Atlântica: estudo de caso na RPPN Feliciano Miguel Abdala, Caratinga, MG. Predadores em fragmentos de mata atlântica: estudo de caso na rppn feliciano miguel abdala, caratinga, mg. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- Paviolo, A., Crawshaw, P., Caso, A., De Oliveira, T., Lopez-Gonzalez, C.A., Kelly, M., De Angelo, C. and Payan, E., 2015. *Leopardus pardalis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, pp.2015-4.
- Penido, G., Astete, S., Furtado, M.M., Jácomo, A.T.D.A., Sollmann, R., Torres, N., Silveira, L. and Marinho Filho, J., 2016. Density of ocelots in a semiarid environment in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 16(4).
- Peters, F.B., Mazim, F.D., Favarini, M.O. and de Oliveira, T.G., 2017. *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758)(Carnivora, Felidae) nos campos do extremo sul do Brasil: expansão ou recolonização do Pampa?. *Revista Brasileira de Zoociências*, 18(3).
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <[www.R-project.org/](http://www.R-project.org/)>
- Rio Grande Do Sul. 2014. Decreto Lei nº 51.797, de 8 de setembro de 2014. Publicado no

DOE n.º 173, de 09 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.

- Rocha, D.G., Sollmann, R., Ramalho, E.E., Ilha, R. and Tan, C.K., 2016. Ocelot (*Leopardus pardalis*) density in central Amazonia. PloS one, 11(5), p.e0154624.
- Trolle, M. and Kéry, M., 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. Journal of mammalogy, 84(2), pp.607-614.
- Trolle, M. and Kéry, M., 2005. Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. Mammalia mamm, 69(3-4), pp.409-416.

**Tabela 1:** Resultado da seleção de modelos ordenados pelo critério AIC no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró Mata).  $\Delta$ AIC: Diferenças entre AIC;  $p$ : probabilidade de detecção,  $\sigma$ : movimentação; b: comportamento; sex: sexo; Estimativa: indivíduos/100km<sup>2</sup>, entre parênteses erro padrão; IC: intervalo de confiança.

<b>Nome</b>	<b>Modelo</b>	<b>AIC</b>	<b><math>\Delta</math>AIC</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Estimativa</b>	<b>IC (95%)</b>
<b>M0</b>	$p(\cdot)\sigma(\cdot)$	93,05	0,00	4	27 ( $\pm$ 24,9)	4,5 – 170,2
<b>Mb</b>	$p(b)\sigma(\cdot)$	93,96	0,91	5	27 ( $\pm$ 24,9)	4,5 – 170,2
<b>Msig</b>	$p(\cdot)\sigma(\text{sex})$	94,31	1,26	5	112,6 ( $\pm$ 186,4)	2,9 – 261
<b>Msex</b>	$p(\text{sex})\sigma(\cdot)$	95,04	1,99	5	27,7 ( $\pm$ 31,6)	4,5 – 2938,2

**Tabela 2:** Resultado da seleção de modelos ordenados pelo critério AIC no Parque Estadual do Turvo (PET).  $\Delta$ AIC: Diferenças entre AIC;  $p$ : probabilidade de detecção,  $\sigma$ : movimentação;  $b$ : comportamento;  $sex$ : sexo; Estimativa: indivíduos/100km<sup>2</sup>, entre parênteses erro padrão; IC: intervalo de confiança.

Nome	Modelo	AIC	$\Delta$ AIC	Parâmetros	Estimativa	IC (95%)
<b>Mb</b>	$p(b)\sigma(.)$	737,26	0,00	5	15,5 ( $\pm$ 6)	6,4 – 36
<b>M0</b>	$p(.)\sigma(.)$	759,31	22,05	4	20 ( $\pm$ 7)	9,2 – 45
<b>Msex</b>	$p(sex)\sigma(.)$	760,40	23,14	5	14,5 ( $\pm$ 6)	6,2 – 34
<b>Msig</b>	$p(.)\sigma(sex)$	761,19	23,93	5	14,7 ( $\pm$ 7)	5,8 – 38



**Tabela 3:** Estimativas de densidade populacional de *Leopardus pardalis* em diferentes estudos realizados ao longo da área de distribuição da espécie, indicando país, tipo de habitat ou bioma, Método analítico (CR: Captura e Recaptura, SCR: Captura e Recaptura Espacial), Esforço (em armadilhas-dia), Densidade estimada (indivíduos /100km<sup>2</sup>) e respectiva referência.

País	Habitat	Método	*Esforço	Densidade	Fonte
Peru	Floresta Tropical	Telemetria	-	80	Emmons et al., 1988
Brasil/ Argentina	Mata Atlântica	Telemetria	-	13,7	Crawshaw, 1995
Brasil	Pantanal	CR	504	6,9	Trolle and Kéry, 2005
Argentina	Mata Atlântica	CR	1409 – 1631	7,7 – 12,8	Di Bitetti et al., 2006
Belize	Floresta Tropical	CR	510 – 2922	12,6	Dillon and Kelly, 2007
Brasil/ Argentina	Mata Atlântica	CR	1871 – 2059	4,7 – 10,2	Di Bitetti et al., 2008
Brasil	Mata Atlântica	CR	900	23	Paschoal, 2008
Peru	Floresta Amazônica	CR	2085	43,5 – 58,5	Kolowski and Alonso, 2010
Brasil	Mata Atlântica	CR	1475	21	Fusco-Costa et al., 2010
Colombia	Llanos	CR	1282	5,5	Diaz-Pulido and Garrido, 2011
Bolívia	Chaco (Floresta Amazônica)	SCR	1232 – 1268	1,7 – 6,9	Noss et al., 2012
Bolívia	Chaco (Floresta Chiquitava)	SCR	1320 – 3330	6,2 – 51,7	Noss et al., 2012
Brasil	Mata Atlântica	SCR	2224	8,4	Mendonça, 2014
Brasil	Mata Atlântica	CR	898	14-26	Kasper et al., 2015
Brasil	Caatinga	SCR	8400	3,16	Penido et al., 2016
Brasil	Floresta Amazônica	SCR	7020	24,84	Rocha et al., 2016
Brasil	Mata Atlântica	SCR	1440	27	Presente estudo
Brasil	Mata Atlântica	SCR	1220	15,5	Presente estudo

**Figura 1:** A) Mapa destacando as áreas de estudo para estimativa de densidade populacional de *Leopardus pardalis* no limite sul da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RS), Brasil: **1** – Parque Nacional da Serra Geral (PNSG); **2** – Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró Mata); **3** – Parque Estadual do Turvo (PET). B) Desenho amostral do PNSG; C) Desenho amostral do CPCN Pró-Mata; D) Desenho amostral do PET

**Figura 2:** Relação das estimativas de densidade populacional de *Leopardus pardalis* em trabalhos realizados na Mata Atlântica. Os círculos amarelos indicam estimativas feitas através Captura e Recaptura (CR), utilizando MMDM (Média da Máxima Distância Percorrida); os círculos em roxo indicam que as estimativas foram obtidas através de modelos de Captura e Recaptura Espacial (SCR). A dimensão dos círculos é proporcional à estimativa.

Figura 1

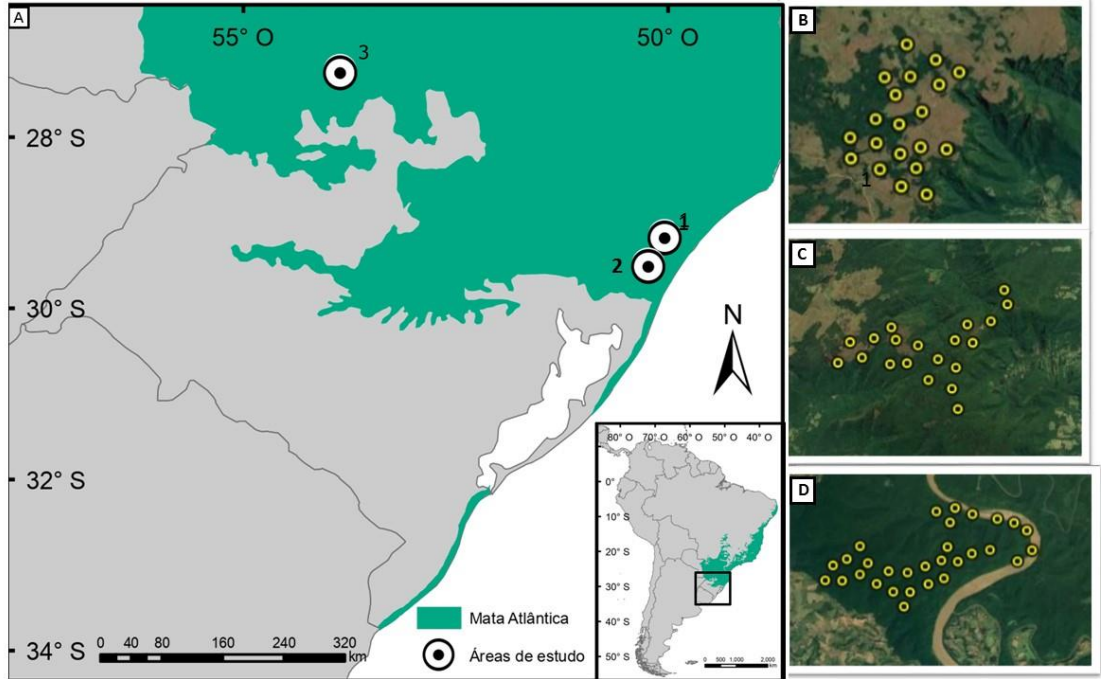
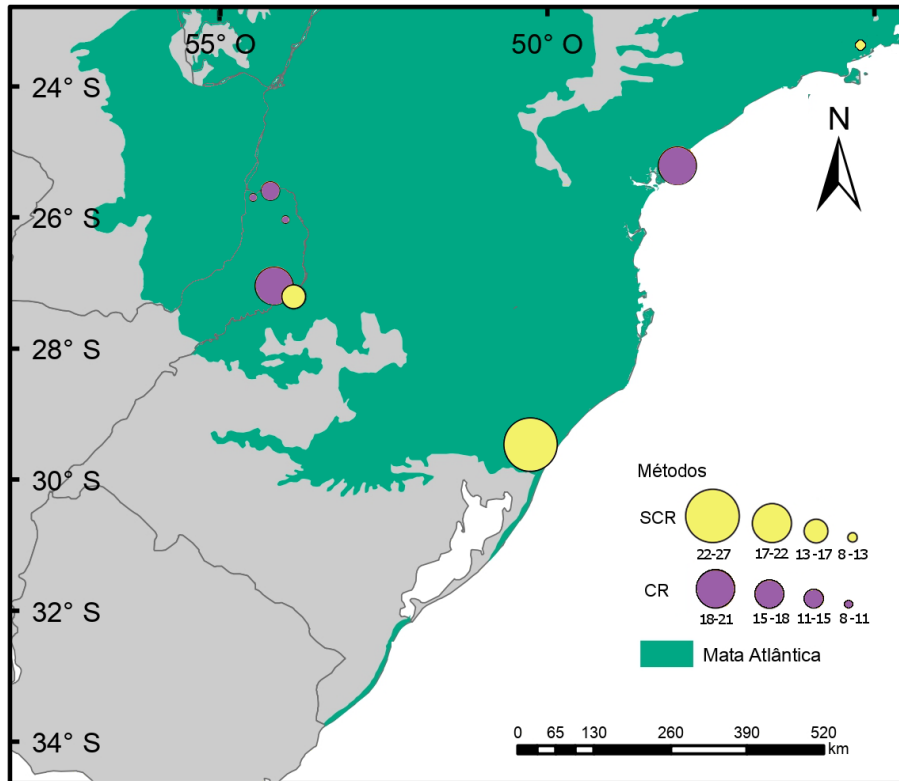


Figura 2



## Capítulo 4

### **Registro de interação antagonista entre *Leopardus pardalis* e *Cerdocyon thous* no limite sul da Mata Atlântica**



Nota aceita para publicação no Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia  
conforme Anexo 1

Normas para autores: <https://sbmz.org/publicacoes>

1 **Registro de interação antagonista entre *Leopardus pardalis* e *Cerdocyon thous* no limite**  
2 **sul da Mata Atlântica**

3 **Título resumido: Interação antagonista entre *Leopardus pardalis* e *Cerdocyon thous***

4 **Gisele Jardim Bolze<sup>1</sup>, Flávia Pereira Tirelli<sup>1,2</sup>, Paula Elisa Horn<sup>1</sup>, Lana Resende de**  
5 **Almeida<sup>1</sup>, Henrique Vieira Figueiró<sup>2</sup>, Amanda Kessler<sup>2</sup>, Eduardo Eizirik<sup>2</sup>, Maria João**  
6 **Ramos Pereira <sup>1,3</sup>**

7 <sup>1</sup>Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab, Programa de Pós-Graduação em  
8 Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
9 (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

10 <sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Ciências,  
11 Laboratório de Biologia Genômica e Molecular, Porto Alegre, Brazil

12 <sup>3</sup>Centre for Environmental and Marine Studies, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

13 \*Autor para Correspondência: gisele.bolze@gmail.com

14

15 **Resumo:**

16 Neste trabalho é apresentado o registro de uma interação antagonista resultado de possível  
17 predação intraguilda ou eliminação de competidor em Carnívora, no qual um indivíduo de  
18 *Leopardus pardalis* carrega um indivíduo de *Cerdocyon thous*. O registro foi obtido através de  
19 armadilhagem fotográfica no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza – Pró-  
20 mata/PUCRS localizado no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. O  
21 registro é inédito e relevante para que se obtenha uma perspectiva mais completa das interações  
22 ecológicas entre as duas espécies.

23 **Palavras-chave:** Canidae; Felidae; jaguatirica; graxaim-do-mato; Rio Grande do Sul

24 **Abstract:**

25 **Record of antagonistic interaction between *Leopardus pardalis* and *Cerdocyon thous* at the**  
26 **southern limit of the Atlantic Forest.**

27 In this study we present a record of an antagonistic interaction potentially resulting from  
28 intraguild predation or elimination of competitor within the Carnivora, in which an individual  
29 of *Leopardus pardalis* carries an individual of *Cerdocyon thous*. This record was obtained  
30 through camera trapping at the Pró-Mata Center for Research and Nature Conservation /  
31 PUCRS located in São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brazil. The record is  
32 unprecedented and relevant to allow a more comprehensive understanding of the ecological  
33 interactions between these two species.

34 **Key words:** Canidae; Felidae; ocelot; crab-eating fox; Rio Grande do Sul

35

36 A família Felidae é composta por espécies de mamíferos que são carnívoros obrigatórios  
37 (Sunquist & Sunquist, 2002). A dieta destes animais pode variar de acordo com a  
38 disponibilidade temporal e espacial de presas, com sua preferência por determinadas espécies  
39 e pela presença de competidores intraguilda (Macdonald, Loveridge & Nowell, 2010). A  
40 jaguatirica, *Leopardus pardalis* (Carnivora, Felidae), é um felídeo de médio porte, medindo  
41 entre 70 e 100cm de comprimento e pesando de 11 a 16kg (Murray & Gardner, 1997). A espécie  
42 possui uma ampla distribuição geográfica na região Neotropical, ocorrendo desde o sul dos  
43 Estados Unidos até o norte da Argentina (Sunquist & Sunquist, 2014). No Brasil, ocorre ao  
44 longo de todo o território nacional com exceção da porção sul do Rio Grande do Sul (Oliveira

45 *et al.*, 2010; Trigo *et al.*, 2013). Apresenta grande plasticidade na dieta ao longo da sua  
46 distribuição, comportando-se como oportunista (Moreno *et al.*, 2006). A sua dieta parece ser  
47 principalmente constituída por pequenos roedores (<1kg) (Emmons, 1987; Sunquist &  
48 Sunquist, 2002), incluindo também animais de médio e grande porte (1-25kg), como tatus,  
49 cutias, pacas, capivaras, preguiças, macacos e até mesmo veados (Moreno *et al.*, 2006; Aliaga-  
50 Rossel *et al.*, 2006; Bianchi & Mendes, 2007; Tirelli, 2010; Delibes *et al.*, 2011).

51       Esse comportamento oportunista pode afetar negativamente felídeos neotropicais de  
52 menor dimensão, visto que pode ocorrer sobreposição de dieta, gerando competição  
53 interespecífica ou até mesmo morte interespecífica (Oliveira *et al.*, 2010; Donadio & Buskirk,  
54 2006). No entanto, pouco se sabe sobre a influência de *L. pardalis* sobre outras espécies de  
55 mesopredadores que fazem parte da mesma guilda trófica, como o graxaim-do-mato  
56 (*Cerdocyon thous*, Carnivora, Canidae) (Oliveira *et al.*, 2010 ; Oliveira & Pereira, 2013). Este  
57 canídeo pode chegar a 1m de comprimento, com peso médio variando entre 5 e 9 kg e  
58 apresentando dieta onívora (Berta, 1982; Kasper *et al.*, 2014). Sua distribuição é restrita à  
59 América do Sul, (Berta, 1982), onde ocorre em simpatria com *L. pardalis*. Aqui apresentamos  
60 um evento, não descrito na literatura, envolvendo essas duas espécies. Em dois vídeos  
61 registrados simultaneamente, (Vídeo S1 e Vídeo S2), provindos de duas armadilhas fotográficas  
62 instaladas de forma pareada, registramos um indivíduo macho de *L. pardalis* carregando em  
63 sua boca um indivíduo já sem vida de *C. thous* (Figura 1). Os vídeos, de 10 segundos cada,  
64 foram obtidos no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata)  
65 da PUCRS, localizado no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (Figura 2).  
66 O município de São Francisco de Paula situa-se na região da Serra Geral, e é caracterizado por  
67 um clima subtropical com temperatura média anual de 16°C e um alto grau de umidade (IBGE,  
68 1986). O CPCN Pró-Mata abriga um remanescente do bioma Mata Atlântica em regeneração  
69 natural há cerca de 20 anos (Marques, 2011).



70 O registro ocorreu no dia 22 de janeiro às 00h 02min, na área próxima do limite do  
71 CPCN Pró-Mata com uma propriedade privada (29°29'29.6"S, 50°13'53.9"W) (Figura 2). Pelas  
72 imagens obtidas simultaneamente nas duas armadilhas fotográficas (Figura 1) é possível  
73 observar na armadilha fotográfica 1 o indivíduo de *L. pardalis* carregando uma presa  
74 identificada como *C. thous* (Figura 1a); embora o evento tenha também sido registrado na  
75 armadilha fotográfica 2, o ângulo não permite uma nítida identificação da presa, mas demonstra  
76 a dificuldade do felídeo em carregar uma presa de tamanho corporal semelhante ao seu (Figura  
77 1b). A morte de *C. thous* pode ter sido causada por *L. pardalis*, resultando de predação  
78 intraguilda (PI) ou de eliminação de competidor, designada por morte interespecífica (MI)  
79 (Oliveira & Pereira, 2013). A predação intraguilda (PI) ocorre quando há predação entre  
80 competidores da mesma guilda trófica; tais eventos podem beneficiar duplamente o predador,  
81 ao eliminar um competidor e ao mesmo tempo podendo alimentar-se dele. Já a morte  
82 interespecífica (MI) caracteriza-se pela morte de um indivíduo de outra espécie por um  
83 indivíduo de espécie competidora, sem que o último se alimente do primeiro. Tal interação não  
84 traz aparente vantagem imediata por ganho energético, porém elimina potenciais competidores.  
85 Ambos os tipos de interação parecem ser importantes na estruturação das assembleias de  
86 carnívoros (Polis *et. al*, 1989; Oliveira & Pereira, 2013).

87 No presente estudo, no caso de não haver consumo da presa, se configuraria um caso de  
88 morte interespecífica, onde o predador teria um ganho por eliminação de eventuais  
89 competidores (Oliveira & Pereira, 2013). Porém, apesar de não ter sido registrada a ingestão  
90 propriamente dita, este evento poderia tratar-se de um caso de predação intraguilda, visto que  
91 *L. pardalis* tende a carregar suas presas para alimentar-se em locais distintos de onde ocorreu a  
92 predação (Aliaga-Rossel *et al.*, 2006; Delibes *et al.*, 2011). Ainda em relação a padrões de  
93 dieta, existe pelo menos um registro de *L. pardalis* alimentando-se de um *C. thous* atropelado  
94 (Crawshaw, 1995).

95 Em grande parte dos casos, quer de morte interespecífica, quer de predação intraguilda, o  
96 predador é um carnívoro obrigatório, enquanto que a presa tende a possuir hábitos mais  
97 onívoros, como é o caso dos felídeos sobre outros grupos de carnívoros (Oliveira & Pereira,  
98 2013). A massa corporal também pode ser um fator importante para a ocorrência destas  
99 interações. Com efeito, Donadio & Buskirk (2006) analisaram dados globais de mortes  
100 interespecíficas em Carnivora tendo detectado que, embora exista frequentemente sobreposição  
101 de nicho entre as espécies interagentes, as mortes acontecem em maior frequência quando os  
102 predadores apresentam massa corporal duas a cinco vezes maior que a das presas. Oliveira &  
103 Pereira (2013) estimaram também possíveis interações de morte interespecífica e predação  
104 intraguilda em Carnivora sul-americanos baseados em sua massa corporal e áreas de  
105 sobreposição entre espécies, indicando *C.thous* como possível presa de *L. pardalis*. De todos  
106 os casos de morte em que *L. pardalis* é o predador, 77.8% indicam que tal predação está  
107 associada a exclusão competitiva, sugerindo ainda que *L. pardalis* tem forte efeito sobre a  
108 estruturação da comunidade de carnívoros (Oliveira & Pereira, 2013). Desta forma,  
109 informações adicionais sobre os padrões de ocorrência, densidade e dieta de *L. pardalis* em  
110 diferentes regiões poderão auxiliar no entendimento das interações entre as espécies que  
111 constituem as assembleias de carnívoros neotropicais.

112 **Agradecimentos:** Agradecemos a Glauco Schüssler por nos auxiliar no planejamento e  
113 delineamento dos pontos das armadilhas fotográficas na área de estudo. Agradecemos à  
114 Panthera por financiar este estudo e à CAPES pelas bolsas concedidas a G.B., F.T., P.H., L.A.  
115 Agradecemos também ao Programa do Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRGS pelo  
116 apoio e, finalmente, ao Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-mata (CPCN-Pró-  
117 Mata) por nos permitir realizar o estudo nessa área.

118

119 **Referências:**

- 120 Aliaga-Rossel E, Moreno RS, Kays RW, Giacalone J. 2006. Ocelot (*Leopardus pardalis*)  
121 predation on agouti (*Dasyprocta punctata*). *Biotropica* 38(5): 691-694.  
122 <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00192.x>
- 123 Berta A. 1982. *Cerdocyon thous*. *Mammalian species* (186): 1-4.  
124 <https://doi.org/10.2307/3503974>
- 125 Bianchi RDC, Mendes SL. 2007. Ocelot (*Leopardus pardalis*) predation on primates in  
126 Caratinga Biological Station, southeast Brazil. *American Journal of Primatology* 69(10):  
127 1173-1178. <https://doi.org/10.1002/ajp.20415>
- 128 Björklund H, Santangeli A, Blanchet FG, Huitu O, Lehtoranta H, Lindén H, Valkama J,  
129 Laaksonen T. 2016. Intraguild predation and competition impacts on a subordinate predator.  
130 *Oecologia* 181(1): 257-269. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3523-z>
- 131 Blochtein B, Liwock JA, Mondin CA, Lahm RA, Fontana C, Hoppe L, Junior DNS, Wilk EO.  
132 2011. RSP Plano de Manejo–Pró-Mata. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do  
133 Sul, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto do Meio Ambiente.
- 134 Crawshaw PG Jr .1995. Comparative ecology of ocelot *Felis pardalis* and jaguar *Panthera*  
135 *onca* in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina. PhD Dissertation, University of  
136 Florida, Gainesville.
- 137 De Oliveira TG, Tortato MA, Silveira L, Kasper CB, Mazim FD, Lucherini M, Jácomo AT,  
138 Soares JBG, Marques RV , Sunquist M. 2010. Ocelot ecology and its effect on the small-felid  
139 guild in the lowland neotropics. Pp. 559-580, in MacDonald DW, Loveridge AJ (Eds.),  
140 *Biology and conservation of wild felids*. Oxford University Press Inc., New York.

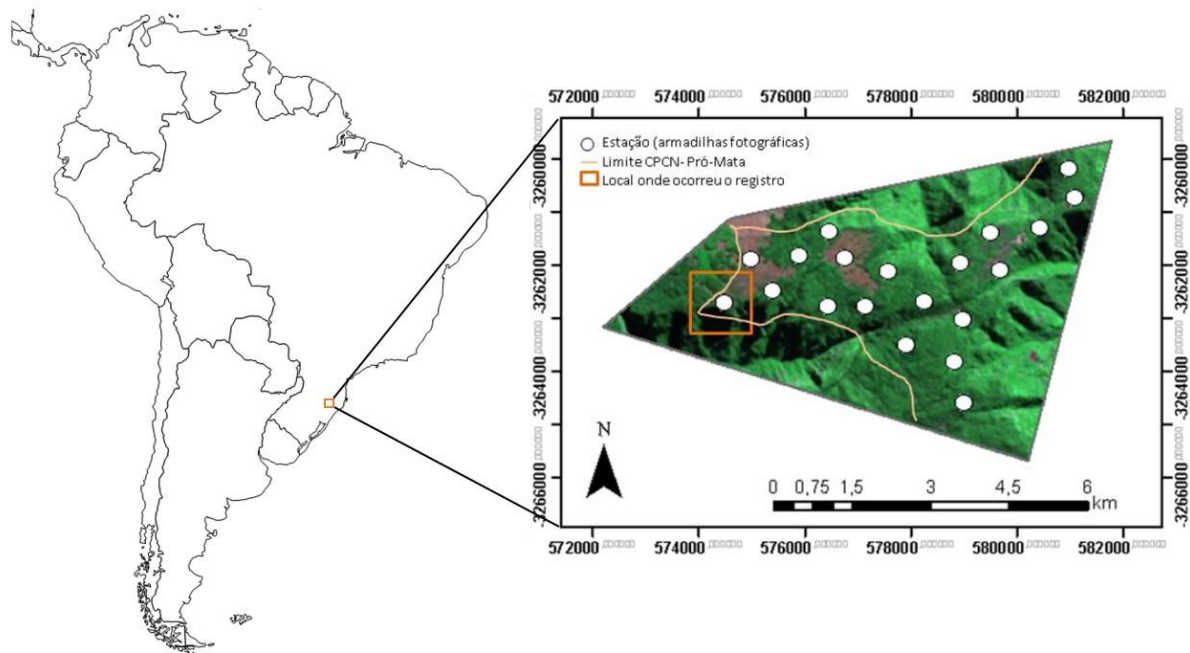
- 141 De Oliveira TG, Pereira JA. 2014. Intraguild predation and interspecific killing as structuring  
142 forces of carnivoran communities in South America. *Journal of Mammalian Evolution*. 21(4):  
143 427-436. doi:10.1007/s10914-013-9251-4
- 144 Delibes M, Calzada J, Chávez C, Revilla E, Ribeiro BA, Prado D, Keller C, Palomares, F.  
145 2011. Unusual observation of an ocelot (*Leopardus pardalis*) eating an adult Linnaeus's two-  
146 toed sloth (*Choloepus didactylus*). *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*. 76(2):  
147 240-241. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.08.006>
- 148 Donadio E, Buskirk SW. 2006. Diet, morphology, and interspecific killing in Carnivora. *The*  
149 *American Naturalist*. 167(4): 524-536. <https://doi.org/10.1086/501033>
- 150 Emmons, LH. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest.  
151 *Behavioral ecology and sociobiology* 20(4): 271-283. <https://doi.org/10.1007/BF00292180>
- 152 IBGE. Projeto RADAM BRASIL. 1986. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SH.  
153 22.Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro,  
154 IBGE, (33).
- 155 Kasper CB, Trinca CS, Sanfelice D, Mazim FD, Trigo TC. 2014. Os carnívoros. Mamíferos  
156 do Rio Grande do Sul. Pacartes, Porto Alegre.
- 157 Macdonald D, Loveridge, A. 2010. The biology and conservation of wild felids. Oxford  
158 University Press Inc., New York.
- 159 Marques RV, Cademartori, CV, Pacheco SM. 2011. Mastofauna no Planalto das Araucárias,  
160 Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 9(3): 278.

- 161 Moreno R, Giacalone J. 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots  
162 (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia* 1(8): 7-21.
- 163 Murray JL, Gardner GL. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian species* (548):1-10.  
164 <https://doi.org/10.2307/3504082>
- 165 Sunquist ME, Sunquist F. 2002. *Wild Cats of the World*. University of Chicago, Chicago.
- 166 Sunquist F, Sunquist M. 2014. *The Wild Cat Book: Everything you ever wanted to know*  
167 *about cats*. University of Chicago, Chicago
- 168 Tirelli, F. T. 2010. Análise comparativa de nichos tróficos de carnívoros (Mammalia,  
169 Carnivora) da região de Alta Floresta, estado do Mato Grosso, Brasil. Dissertação de  
170 Mestrado, Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio  
171 Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- 172 Trigo TC, Rodrigues MLF, Kasper CB. 2013. Carnívoros Continentais. Pp. 343-404, in  
173 Weber MM, Roman C, Cáceres NC (Org.), *Mamíferos do Rio Grande do Sul*. Editora UFSM ,  
174 Santa Maria
- 175 **.Informação Suplementar *On-line***
- 176 As informações suplementares a seguir estão disponíveis *on-line* para esta nota
- 177 [.https://drive.google.com/file/d/1TKtPtW1VEfraRqGlpT1tvTwYNQtNexvo/view?usp=sharin](https://drive.google.com/file/d/1TKtPtW1VEfraRqGlpT1tvTwYNQtNexvo/view?usp=sharing)  
178 [g](#)
- 179 VS1: Vídeo da interação antagonista obtido pela armadilha fotográfica 1.
- 180 [https://drive.google.com/file/d/1ELAkMfll0QN9cvnGO2NpIzyWOFp\\_hI08/view?usp=sharin](https://drive.google.com/file/d/1ELAkMfll0QN9cvnGO2NpIzyWOFp_hI08/view?usp=sharing)  
181 [g](#)
- 182 VS2: Vídeo da interação antagonista obtido pela armadilha fotográfica 2.
- 183



**Figura 1:** Imagens obtidas pelas armadilhas fotográficas pareadas registrando a interação antagonista entre um indivíduo de *Cerdocyon thous* (graxaim-do-mato) e um indivíduo de *Leopardus pardalis*.

a) Armadilha fotográfica 1 registrando *Leopardus pardalis* de perfil, sendo possível identificar o indivíduo de *Cerdocyon thous* em sua boca ; b) Armadilha fotográfica 2 mostrando o indivíduo de *L. pardalis* de costas carregando o indivíduo de *C. thous*.



**Figura 2:** Localização da área de estudo, no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-mata (CPCN-Pró-Mata), município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Em destaque, o local onde estava instalada a estação (com duas armadilhas fotográficas pareadas) que registrou a interação antagonista.

## Capítulo 5





## CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, podemos afirmar que a presença de *L. pardalis* está fortemente associada a grandes áreas de floresta, como já havia sido relatado por outros autores em estudos anteriores (Murray & Gardner 1997; Harveson et al., 2004; Jackson et al., 2005).

No entanto, nossos resultados mostram que a presença de florestas não é o único fator que afeta a ocupação e a densidade da espécie. Os fragmentos de mata devem ser bem preservados e, preferencialmente, contínuos para suportar maiores densidades populacionais. Além disso, a presença de animais exóticos e domésticos teve efeito negativo sobre a ocupação de *L. pardalis* mostrando que áreas degradadas e/ou antropizadas não são, claramente, adequadas para a espécie constituindo ambientes subótimos ou mesmo desfavoráveis.

*Leopardus pardalis* encontra-se positivamente associada com a presença de *P. onca* indicando que em áreas bem preservadas permitem a coexistência de grandes predadores, ao apresentar suficiente disponibilidade de espaço e presas. Pelo contrário, *L. pardalis* tende a evitar humanos, tanto espacialmente quanto temporalmente, visto que embora tenha apresentado um padrão de atividade tipicamente noturno, mostrou atividade diurna apenas em estações onde nunca foi registrada atividade humana, demonstrando possivelmente o padrão referido por Newsome et al. (2015) de aumento da atividade noturna para evitar contato e, conseqüentemente, conflitos com humanos.

A densidade populacional que obtivemos para o Parque Estadual do Turvo é uma das mais elevadas já obtidas em Mata Atlântica, indicando que a manutenção dessa população é crucial não só a nível regional, mas também globalmente.

Também obtivemos um registro inédito de uma possível predação de *L. pardalis* sobre outro mesopredador, o graxaim-do-mato *Cerdocyon thous*. Embora não seja possível afirmar se *L. pardalis*, de fato, predou o canídeo, acreditamos que esse registro mostra que as interações entre mesocarnívoros que apresentam sobreposição espacial, temporal ou de outros eixos do nicho ecológico, ainda não são bem claras. Tão importante quanto conhecer os efeitos que outras espécies têm sobre *L. pardalis*, é conhecer o efeito que *L. pardalis* tem sobre as demais espécies.

Com base no conjunto dos nossos resultados ressaltamos a importância da preservação de áreas contínuas de Mata Atlântica, visto que as poucas unidades de conservação de maior dimensão no bioma geralmente abrigam uma grande diversidade de

espécies, assim como maiores densidades populacionais de espécies ameaçadas (Chiarello, 1999).

Recomendamos ainda a avaliação periódica das populações de *L. pardalis*, visto que é sabido que as populações desta espécie estão declinando mundialmente. Essa avaliação é uma ferramenta fundamental, permitindo que as práticas de manejo da paisagem em unidades de conservação que são capazes de abrigar e de manter populações estáveis de *L. pardalis* possam ser replicadas em outros locais.

## REFERÊNCIAS

- Chiarello, A.G., 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation*, 89(1), pp.71-82.
- Jackson, V.L., Laack, L.L. and Zimmerman, E.G., 2005. Landscape metrics associated with habitat use by ocelots in south Texas. *The Journal of wildlife management*, 69(2), pp.733-738.
- Harveson, P.M., Tewes, M.E., Anderson, G.L. and Laack, L.L., 2004. Habitat use by ocelots in south Texas: implications for restoration. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), pp.948-955.
- Murray, J.L. and Gardner, G.L., 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian species*, (548), pp.1-10.
- Newsome, T.M., Dellinger, J.A., Pavey, C.R., Ripple, W.J., Shores, C.R., Wirsing, A.J. and Dickman, C.R., 2015. The ecological effects of providing resource subsidies to predators. *Global Ecology and Biogeography*, 24(1), pp.1-11.

## Anexo 1

### **Aceite para publicação no Boletim da Sociedade brasileira de Mastozoologia**

Prezada Gisele,  
Boa Tarde!

É com muita satisfação que informamos que seu manuscrito "Provável registro de predação intraguildd de *Leopardus pardalis* sobre *Cerdocyon thous* no limite sul da Mata Atlântica" foi ACEITO para publicação na Revista do Boletim Brasileiro de Mastozoologia, Edição Especial Mulheres na Mastozoologia Brasileira.

Atenciosamente,

Rebeca Barreto

\*Editora Convidada - Número Especial Mulheres na Mastozoologia Brasileira