



**Instituto de Biociências  
Departamento de Zoologia  
PPG - Biologia Animal**

**Elis Hernandez da Silva Felipeto**

**Dissertação de mestrado**

**Atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* (gato-do-mato-grande) em rodovias do Pampa  
brasileiro**

**Porto Alegre**

**2023**

Elis Hernandez da Silva Felipeto

**Atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* (gato-do-mato-grande) em rodovias do Pampa brasileiro**

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.

Orientadora: Flávia Pereira Tirelli

Coorientadora: Fernanda Zimmermann Teixeira

**Porto Alegre**

**2023**

Elis Hernandez da Silva Felipeto

**Atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* (gato-do-mato-grande) em rodovias do Pampa brasileiro**

Aprovada em: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Tatiane Campos Trigo

(Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura [SEMA-RS])

---

Dra. Larissa Oliveira Gonçalves

(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo-USP)

---

Dr. Guilherme Tavares Nunes

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

**Dedicado à minha avó Lilia, exemplo  
de mulher amável, inteligente,  
dedicada, forte e batalhadora.  
Apaixonada pela leitura e pelo saber.**

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço à maravilhosa dupla que me acompanhou do início ao fim dessa jornada: minha orientadora Flávia Tirelli, a quem tive o privilégio de conhecer durante a minha graduação e que sempre esteve de braços abertos para me instruir desde então, e minha coorientadora Fernanda Teixeira, que sempre esteve presente, fornecendo todo conhecimento e material possível para o meu desenvolvimento. Sou muito grata por todos os ensinamentos, parceria e confiança que depositaram em mim.

Agradeço aos meus familiares amados, de sangue e de coração, que sempre me apoiaram de alguma forma, seja a alguns minutos de distância ou a longas horas. Sem cada um deles, eu nunca teria chegado até aqui. Me faltam palavras para descrever toda a minha gratidão e felicidade por ter cada um de vocês em minha vida.

Ao meu pai Érico, que nunca poupou esforços por mim e me deu o privilégio de poder dizer que tenho um ótimo pai. À minha madrasta Lilian, que sempre foi muito acolhedora e uma inspiração. À minha mãe Clarissa, que sempre fez o que pôde para me ajudar e sempre incentivou meus estudos. Às minhas irmãs Ana e Marthina, que são minhas queridas companheiras e eu sei que têm um futuro brilhante pela frente. À minha falecida avó Iara, que, além de estar sempre presente, tinha um coração "sem fundo" pronto para acolher quem precisasse, sem nenhum preconceito; sempre vou me lembrar dela com carinho. Aos meus avós Marino e Lilia, que nunca me deixaram faltar nada, seja de afeto ou material, sempre me mantendo segura e feliz. Meu avô sempre esteve à disposição para meus caprichos, me dando carona, indo até a farmácia ou ao mercado mesmo que eu pudesse ir sozinha. Minha avó sempre foi uma grande inspiração de mulher amável, inteligente, dedicada, forte e batalhadora; sempre me encorajou e acreditou no meu potencial. É uma imensa honra ser sua neta. À minha sogra Glória, que sempre foi tão gentil comigo, me cuidou, se preocupou com meu bem-estar e fez com que eu me sentisse em casa quando a saudade de casa apertava. E, por fim, ao meu companheiro Ricardo, que foi compreensivo durante esse período de mestrado, além de me auxiliar com o ArcGIS e na programação em R. Acreditou em mim mesmo quando eu duvidava, foi meu porto seguro em meus momentos difíceis, deixando tudo mais leve, me fazendo rir ou comprando uma comida bem gostosa para que eu me sentisse melhor, muito obrigada por ser esse homem incrível na minha vida, que me traz segurança e alegria, e por dividir a vida comigo, nossos três gatos e nosso cachorro.

**À conservação do meio ambiente.**

## RESUMO

A fragmentação e redução de habitats representam ameaças significativas para a conservação da biodiversidade. Esses processos podem aumentar os conflitos entre a fauna nativa e os humanos, como por exemplo, os atropelamentos em rodovias, e reduzindo a abundância populacional. A implantação e operação de rodovias contribui para a perda e degradação de habitat de maneira crescente e disseminada no mundo inteiro, causando impactos mais extensos na natureza. Muitos mamíferos da ordem carnívora precisam de liberdade de movimento em sua área de vida para acessar recursos. Quando esses animais se deparam com uma área fragmentada, eles são obrigados a procurar novos recursos, o que os leva a atravessar estradas. As espécies da família Felidae desenvolvem papéis extremamente importantes, realizando a manutenção do equilíbrio ecológico nos ecossistemas do mundo todo, sendo, muitas vezes, os predadores de topo. Atualmente uma das maiores ameaças aos felídeos são os atropelamentos, pois segundo estudos recentes, a fragmentação de habitats causada pela construção de rodovias aumenta a exposição dos felinos ao tráfego e, conseqüentemente, o risco de atropelamentos. No Brasil, a ocorrência do felídeo da espécie *Leopardus geoffroyi* está limitada ao extremo sul, na metade sul do estado no Rio Grande do Sul (RS), ocorrendo na região Pampa. Estudos na Argentina indicam que o *L. geoffroyi* poderia ser mais tolerante (e às vezes, favorecido) pela alteração do habitat e podendo persistir em áreas com atividade pecuária e/ ou agricultura. No entanto, no RS, estudos observaram preferência da espécie pela vegetação ripária em áreas privadas do Pampa (fazendas). Isso levou à sugestão de que o gato-do-mato-grande poderia ser uma espécie ecologicamente adaptável que conseguiria utilizar a matriz antrópica entre os ambientes preferenciais. O presente estudo tem por objetivo avaliar a incidência de atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* com relação a variáveis ambientais no Bioma Pampa. A metodologia foi desenvolvida com a colaboração de pesquisadores que fazem monitoramento de fauna atropelada e com a compilação de dados de atropelamentos da espécie, e com a seleção de variáveis preditoras de adequabilidade de habitat para a presa principal de *L. geoffroyi* a *Cavia aperea*, e de métricas de composição e configuração da paisagem, em buffers no entorno dos trechos a partir do mapa de uso do solo do Mapbiomas coleção 6. A variável resposta analisada foi a presença e ausência de atropelamentos de *L. geoffroyi*, através da análise das métricas de paisagem que foram testadas em diferentes escalas, para compreender em qual extensão a variável resposta apresenta uma relação mais forte ou mais parcimoniosa com as características da paisagem. A identificação das melhores escalas e a seleção dos melhores

modelos através de análise estatística com GLM binomial e AICc. Como resultado, foi observado quanto mais isoladas estão as manchas de floresta e maior a chance de atropelamento. E quanto menor a quantidade de manchas de floresta e maior a chance de atropelamento. Esses resultados sugerem que a configuração de áreas florestais pode ser um fator determinante para o aumento do risco de atropelamentos em determinadas regiões do Pampa brasileiro, e o maior o número de manchas de floresta pode ser uma variável importante a ser considerada em estratégias de mitigação desse risco.

**Palavras-chave:** felídeos, fragmentação, Rio Grande do Sul, rodovias, conservação

### **Abstract**

Fragmentation and habitat reduction represent significant threats to vertebrates. These processes can increase conflicts between wildlife and humans, one example are the roadkills on roads. The construction of roads contributes to habitat loss and degradation in an increasingly widespread manner worldwide and is one of the primary factors that alter the environment and cause more extensive impacts on nature. Many mammalian carnivores need to move freely within their home range to access resources that are either seasonally available or dispersed in the environment, and when individuals find themselves in a fragmented area, they must seek out new resources, which can lead them to cross roads. Felidae species play extremely important roles in maintaining ecological balance in ecosystems around the world, often being top predators. Currently, one of the greatest threats to felids is roadkill, as recent studies indicate that habitat fragmentation caused by road construction increases feline exposure to traffic and, consequently, the risk of being hit by vehicles. In Brazil, the occurrence of the *Leopardus geoffroyi* species is limited to the extreme south, in the southern half of the state of Rio Grande do Sul (RS), occurring in the Pampa region. Studies in Argentina indicate that *L. geoffroyi* could be more tolerant (and sometimes favored) by habitat alteration and could persist in areas with livestock and/or agriculture activity. However, in RS, studies have observed the species' preference for riparian vegetation in private areas of Pampa (farms). This has led to the suggestion that the big cat-o'-the-woods could be an ecologically adaptable species that can use the anthropic matrix between preferred environments. The present study aims to assess the incidence of *Leopardus geoffroyi* roadkill in relation to environmental variables in the Pampa Biome. The methodology was developed in collaboration with researchers who monitor roadkill fauna, compiling data on the species' roadkills. With the selection of predictor variables of habitat suitability for *L. geoffroyi*'s main prey, *Cavia aperea*, and metrics of landscape composition and configuration, in buffers surrounding the sections from the land use map of Mapbiomas collection 6. The response variable analyzed was the presence and absence of *L. geoffroyi* roadkills, through the analysis



of landscape metrics that were tested at different scales, to understand to what extent the response variable presents a stronger or more parsimonious relationship with the landscape characteristics. The identification of the best scales and the selection of the best models through statistical analysis with binomial GLM and AICc. We observed the more isolated the forest patches, higher the chance of roadkill. Also, the fewer forest patches higher the chance of roadkill. This result suggests that the configuration of forest areas may be a determining factor in increasing the risk of roadkills in certain regions of the Brazilian Pampa, and the higher the number of forest patches may be an important variable to be considered in mitigation strategies for this risk.

**Keywords:** felids, fragmentation, Rio Grande do Sul, roads, conservation

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução Geral.....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
<b>HIPÓTESES.....</b>	<b>13</b>
<b>Hipótese 1.....</b>	<b>13</b>
<b>Hipótese 2.....</b>	<b>13</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>23</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>24</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>26</b>
<b>Área de estudo.....</b>	<b>26</b>
<b>Compilação de dados.....</b>	<b>27</b>
<b>Variáveis preditoras.....</b>	<b>28</b>
<b>Análise de dados.....</b>	<b>30</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>30</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>34</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>37</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>38</b>
<b>Referências.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>55</b>
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>55</b>
<b>Recomendação de Medidas de Mitigação.....</b>	<b>56</b>
<b>Referências do Capítulo.....</b>	<b>57</b>

## CAPÍTULO 1

### Introdução Geral

A fragmentação e redução de habitats representam as ameaças mais significativas para a maioria das espécies de vertebrados (Groombridge, 1992; Magioli et al., 2019), uma vez que esses processos resultam na transformação de grandes áreas de habitat em múltiplos fragmentos menores e desconexos (Wilcove et al., 1986; Shafer, 1990; Magioli et al., 2019). Quando um habitat é modificado ou até destruído, os fragmentos remanescentes são frequentemente isolados uns dos outros por uma matriz altamente modificada ou degradada (Primack & Rodrigues, 2001). A fragmentação pode limitar o potencial de dispersão e colonização de uma espécie, especialmente se a matriz existente entre as áreas de vida de uma espécie tiver alta mortalidade (Schonewald-Cox & Buechner, 1992; Fahrig, 2017). Isso ocorre também quando a área propriamente dita não é diretamente afetada, como por exemplo, quando a área natural é dividida por rodovias, ferrovias, linhas de energia, cercas, ou outras barreiras que interfiram no fluxo de espécies (Schonewald-Cox & Buechner, 1992). A destruição das áreas naturais pode reduzir a abundância de indivíduos das populações de animais selvagens no geral (Develey & Stouffer, 2001; Benítez-López et al., 2010; Yamada et al., 2010; Macpherson et al., 2011), assim como aumentar os conflitos entre a fauna nativa e os humanos (Loveridge et al., 2010), como por exemplo os atropelamentos em rodovias.

Ações de restauração ecológica e manejo de espécies ameaçadas são importantes para a recuperação de populações e o aumento da resiliência das espécies frente às mudanças ambientais (IUCN, 2021). Para a efetiva conservação da biodiversidade é necessária uma abordagem “*in situ*” (método de estudo em que o objeto de estudo é analisado no seu local natural) na qual não somente as Unidades de Conservação (UC) são focalizadas (Wilson, 1997, Bensusan 2006), mas as áreas entre elas também. Assim, considerando que as rodovias são um componente presente na paisagem dentro da matriz antrópica e muitas vezes estão localizadas dentro ou entre UCs, elas se tornam importantes objetos de estudo para se compreender melhor sua relação com a fauna (Prada, 2004).

A implantação e operação de rodovias contribui para a perda e degradação de habitat de maneira crescente e disseminada no mundo inteiro (Kuiken, 1988; Haigh et al., 1995; Trombulak & Frissel, 2000). As rodovias são um dos principais fatores que alteram o ambiente

e como consequência causam impactos mais extensos na natureza, resultando na diminuição nos três níveis de diversidade – entre os organismos de uma mesma espécie, entre espécies e em todo o ecossistema (Mantovani, 2001; Cerqueira et al., 2003). Dentre os principais efeitos das estradas mais diretamente relacionados à fauna silvestre, podemos destacar: alteração no comportamento, no sucesso reprodutivo, o desenvolvimento de predação passiva, alterações fisiológicas, desequilíbrio ecológico, fragmentação e alteração de habitat por efeito de borda, isolamento populacional, perda de indivíduos causadas por colisão com veículos, entre muitos outros (Findlay & Bourdages, 2001; Haskell, 2001; Forman & Deblinger, 2000; Trombulak & Frissel, 2000). Estimativas de perturbações dos ecossistemas por rodovias realizados nos Estados Unidos apontam que os efeitos estendem-se por entre 0m e 100m e mais de 1km, mas só é possível conhecer totalmente os seus efeitos décadas após sua construção (Haskell, 2001; Forman & Deblinger, 2000; Findlay & Bourdages 2001). A construção de rodovias tem modificado tanto as paisagens que se torna cada vez mais difícil encontrar áreas distantes de rodovias e áreas que permaneçam sem serem afetadas por elas (Forman & Alexander, 1998; Coffin, 2007).

Nos últimos anos, o governo brasileiro empreendeu consideráveis investimentos para fomentar o desenvolvimento da infraestrutura rodoviária, culminando em um incremento na quantidade de vias e na extensão da malha (Silva et al., 2014). A malha rodoviária federal possui atualmente uma extensão total de 75,8 mil km, dos quais 65,4 mil km correspondem a rodovias pavimentadas e 10,4 mil km correspondem a rodovias não pavimentadas (Ministério da Infraestrutura - MInfra, 2019). Uma compilação de dados de atropelamento de 30 mil quilômetros de estradas pelo Brasil chamada “Brazil Road-Kill: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills” (Grilo et al., 2018) concluiu que, por ano, mais de dois milhões de animais de médio porte morrem atropelados no país.

Animais silvestres utilizam as rodovias por diferentes motivos, como proteção contra predadores, oferta de alimento de boa qualidade e melhores condições para locomoção, ou apenas atravessar de um lado para o outro (Tsunokawa, 1997) e, conseqüentemente, podem ser atropelados. Portanto, é importante constatar que os indivíduos não são atropelados apenas por percorrer aleatoriamente pela região que passou a ser cortada por uma rodovia. Muitos carnívoros precisam se mover livremente em sua área de vida para ter acesso a recursos que, ou estão disponíveis sazonalmente, ou estão dispersos no ambiente, como a água, por exemplo (Primack & Rodrigues, 2001). Quando indivíduos de uma espécie se encontram em uma área fragmentada, eles são obrigados a percorrer áreas não favoráveis para conseguir acessar novos

recursos, uma matriz com alta mortalidade pode levar ao declínio populacional e até à extinção da espécie (Fahrig, 2017, 2019).

O aumento do fluxo e da velocidade de veículos nas rodovias passou a provocar um elevado índice de mortalidade de animais por atropelamento, causando um impacto significativo sobre as populações de mamíferos silvestres (Hengemühle & Cademartori, 2008). Sabendo que alguns mamíferos são mais vulneráveis aos efeitos negativos das estradas, especialmente aqueles com maior mobilidade e menor fecundidade (Rytwinski & Fahrig, 2012), surgem questionamentos de que porções de rodovias são evitadas pelos animais e que porções poderiam ser atrativas, devido a presença de presas. É importante destacar que a morte de apenas alguns indivíduos já pode desencadear um declínio de população local, podendo resultar até mesmo na extinção local ou regional desses animais, além de causar danos ou acidentes fatais para os humanos (Sunquist & Sunquist, 2017; Coffin, 2007; Loveridge et al., 2010; Boves & Belthoff, 2012; Huijser et al., 2013; Silva et al., 2014; Magioli et al., 2019; Abra et al., 2021). As estradas representam uma ameaça relevante para muitos mamíferos, e particularmente para carnívoros (Ruediger, 2004; Silva et al., 2014), em muitos casos contribuindo para a diminuição ou perda do habitat, além de provocar outros tipos de perturbações biológicas (Trombulak & Frissell, 2000; Riley et al., 2006; Oliveira et al., 2007).

As espécies da família Felidae (Mammalia: Carnivora) desenvolvem papéis extremamente importantes na estrutura de comunidades ecológicas, realizando a manutenção do equilíbrio ecológico nos ecossistemas do mundo todo, sendo, muitas vezes, os predadores de topo (Eisenberg, 1990; Sérgio et al., 2008; Terborgh et al., 2001). Os felinos são conhecidos por regular as populações de presas, mantendo o equilíbrio ecológico em seus ecossistemas (Terborgh et al., 2001; Sergio et al., 2008; Ripple et al., 2014). Além disso, a conservação de felinos pode ter benefícios indiretos para a economia, como o ecoturismo em áreas protegidas que abrigam grandes felinos (Lindsey et al., 2007). A importância dos felídeos na estrutura ecológica das comunidades destaca a necessidade de medidas de conservação para garantir a sobrevivência dessas espécies em seus habitats naturais (Macdonald et al., 2010). A conservação dessa família pode envolver a proteção de áreas naturais, medidas de manejo para reduzir conflitos entre humanos e felinos, e programas de criação em cativeiro para reintrodução em áreas degradadas (Nowell & Jackson, 1996).

As estradas são uma preocupação crescente para muitas espécies de felinos (IUCN 2021) e atualmente, uma das maiores ameaças para esse grupo são os atropelamentos (Srbek-Araujo et al., 2015). O aumento do tráfego nas pistas pode tornar difícil para que os felinos atravessem, aumentando ainda mais o risco de atropelamentos (Cerqueira et al., 2021). A

região sul do Brasil possui uma alta densidade de estradas e grande variação no fluxo de veículos ao longo da rede viária e, por ser uma área de grande diversidade para felídeos silvestres (Silva et al., 2014), é uma região interessante para o estudo dos impactos de estradas nas espécies dessa família.

Os felídeos apresentam características distintas entre as espécies em relação ao tamanho corporal, às presas, à área de vida e densidade populacional. Os felídeos de pequeno e médio porte, que representam 86% das espécies dentro desta família, são o foco de um número muito menor de publicações científicas, em comparação aos de maior porte (Macdonald et al., 2010), o que significa que faltam estudos para que se possa gerar mais conhecimento sobre as espécies menores, o que dificulta o desenvolvimento de estratégias de mitigação para a conservação desses animais (Tirelli et al., 2018). No momento atual, ocorrem onze espécies de felídeos no Brasil (Abreu et al., 2020), sendo que as oito espécies que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul estão em alguma categoria de ameaça em nível nacional, e a onça-pintada (*Panthera onca*) já é considerada extinta no bioma Pampa (Silva, 2014). Dentre os felídeos brasileiros, duas espécies de pequenos felídeos ocorrem somente no bioma Pampa, sendo uma delas o *Leopardus geoffroyi*, que é conhecido popularmente como gato-do-mato-grande (Eizirik et al., 2006; Trigo et al., 2013; Pereira et al., 2015). Esta espécie possui uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrada desde a Bolívia até o sul do Chile, cobrindo praticamente toda a Argentina, o Uruguai e parte do Rio Grande do Sul no Brasil (Fig. 1) (Sunquist & Sunquist, 2017; Macdonald & Loveridge, 2010; Cuyckens et al., 2016; Pereira et al., 2015).



**Fig. 1. Mapa de distribuição de *Leopardus geoffroyi* - IUCN.** Em roxo está demarcada a área de distribuição geográfica da ocorrência de *L. geoffroyi*. A espécie é encontrada na América do Sul, desde a Bolívia até o sul do Chile, cobrindo a Argentina, o Uruguai e parte do Rio Grande do Sul no Brasil, no bioma Pampa.

Segundo o Livro Vermelho da União Internacional para a Conservação da Natureza (Pereira et al. 2015; IUCN, 2021), *L. geoffroyi* está atualmente classificado como "quase ameaçado" (NT) em escala global, indicando que a espécie corre risco de se tornar ameaçada de extinção em um futuro próximo (Garcia-Pozo et al., 2015). O gato-do-mato-grande também enfrenta ameaças em território brasileiro, sua distribuição geográfica tem sido cada vez mais limitada principalmente devido à fragmentação de habitat, atropelamentos e à caça ilegal por retaliação (Paglia et al., 2012; Silva et al., 2014; Pereira et al., 2015; Peters et al., 2016; Silva, 2014). Segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018), a espécie *L. geoffroyi* é um felídeo que está classificado como "Vulnerável à extinção" (VU), assim como na lista do estado do RS (Rio Grande do Sul 2014), o que indica um alto risco de extinção em território nacional (Machado et al., 2018). Além disso, o *L. geoffroyi* está incluído no Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Pequenos Felinos (PAN), junto com mais quatro espécies desta família. Neste PAN, o primeiro objetivo é o "Dimensionamento e mitigação de impactos decorrentes dos atropelamentos em empreendimentos rododiferroviários", em que cinco das seis ações incluem questões relacionadas a rodovias (GAT do 2º ciclo - 2020-2025, <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-pequenos-felinos>). Em 2020, foi criado um grupo de trabalho para conservação da espécie, o Geoffroy's Cat Working Group (<http://geoffroyscatwg.org/>) que tem o objetivo de incentivar e conectar projetos de conservação da espécie nos seis países onde ela ocorre.

Para a implementação de ações de conservação eficientes é necessário ter conhecimento sobre a ecologia da espécie, especialmente o entendimento sobre o uso do habitat. O *L. geoffroyi* foi registrado no sul do Chile utilizando predominantemente áreas de vegetação densa, arbustiva e arbórea, o que foi relacionado provavelmente à disponibilidade de presas e à necessidade de proteção (Johnson & Franklin, 1991). Estudos na Argentina, o país onde ocorre a maior proporção de sua distribuição, indicam que o *L. geoffroyi* poderia ser mais tolerante (e às vezes, favorecido) pela alteração do habitat, podendo persistir em áreas com atividade pecuária e/ ou agricultura (Pereira et al., 2016). Esses estudos sugerem que o *L. geoffroyi* possa persistir em áreas com atividade pecuária e/ou agricultura, mas isso pode depender de fatores como a presença de remanescentes de habitat natural, a disponibilidade de presas e recursos, interferência humana e mudanças climáticas (Pereira et al., 2016). Em

outros estudos da Argentina e Brasil, foi observada a preferência de indivíduos dessa espécie por habitats cobertos (Manfredi et al., 2006, 2012; Pereira et al., 2006, 2012; Castillo et al., 2018; Tirelli et al., 2019). Também já foi registrada uma relação significativa e positiva com a presença de água e de floresta nativa na região do Pampa brasileiro, provavelmente pelos recursos e abrigos fornecidos por esses habitats que são considerados reservas em áreas não protegidas (Tirelli et al., 2019). Portanto, como a proteção da vegetação ripária é exigida pela legislação nacional brasileira, este habitat poderia fornecer abrigo para *L. geoffroyi* e, potencialmente, servir como corredor ecológico (Tirelli, 2017). Esses diversos estudos sugerem que o gato-do-mato-grande é uma espécie ecologicamente adaptável (Castillo et al., 2008; Pereira et al., 2012, 2015).

Apesar de ser conhecido como um felídeo solitário (Ximénez, 1973), um estudo observou certa tolerância entre indivíduos de mesma população que sobrepunham áreas de vida e não eram aparentados geneticamente (Tirelli et al., 2018). Alguns estudos apontaram que a área de vida dessa espécie varia constantemente, e foi observado que os machos tendem a ter áreas de vida maiores e se locomover mais longe do que as fêmeas (Johnson & Franklin, 1991; Manfredi et al., 2006, 2012; Tirelli et al., 2018). Entretanto, embora em certas áreas nenhuma sobreposição espacial tenha sido encontrada entre os machos (Johnson & Franklin, 1991), em outras áreas foi observada uma extensa sobreposição (Manfredi et al., 2006; Tirelli et al., 2018).

A espécie *L. geoffroyi* possui hábitos noturnos em diversas regiões ao longo de sua distribuição (Johnson & Franklin, 1991; Manfredi et al., 2012; Tirelli et al., 2019), com exceção em períodos de escassez de presas, em que a espécie pode alterar esse comportamento (Guidobono et al., 2016). A dieta de *L. geoffroyi* consiste basicamente em vertebrados, as suas principais presas são mamíferos, principalmente pequenos roedores, mas também répteis, anfíbios e peixes, apesar dos registros destes últimos grupos serem baixos (Manfredi et al., 2004; Sousa & Bager, 2008; Pereira et al., 2012; Trigo et al., 2013; Migliorini et al., 2018). No Pampa brasileiro observou-se um padrão na dieta da espécie, com uma vasta variedade de itens, como Gruiformes, Passeriformes e Anura, mas o item de maior importância sendo sempre a preá *Cavia aperea* (Sousa & Bager, 2008; Trigo et al., 2013; Migliorini et al., 2018). Esses roedores habitam habitats lineares como, por exemplo, margens de rodovias e estradas, onde ocorre um adensamento de gramíneas altas, necessárias para a construção de seus complexos labirintos de túneis na superfície que possuem de 8 a 12 cm de largura (Guichón et al., 1998).



O *L. geoffroyi* é a segunda espécie de felídeo mais atropelada na região Sul do Brasil (abrangendo o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), ficando atrás apenas de *L. guttulus*, o gato-do-mato-pequeno (Silva et al. 2014). De um total de 180 atropelamentos de felídeos registrados em um estudo, 122 foram no estado do RS, embora o bioma Pampa tenha representado 30,41% da área estudada (Silva et al., 2014). O *L. geoffroyi*, provavelmente, é a espécie mais atropelada entre os felídeos do Pampa brasileiro (Fig. 2). Por isso, realizar uma análise de dados para entender a relação dos atropelamentos de *L. geoffroyi* com variáveis ambientais nas rodovias pode auxiliar na indicação de locais prioritários para implementação de medidas de mitigação, para que haja a redução dos números de mortes desses animais, e se torne viável a sua conservação.



**Fig. 2.** Indivíduos atropelados de *Leopardus geoffroyi* em rodovia do Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil. Foto: Flávia Tirelli.

## OBJETIVO

Avaliar a incidência de atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* com relação a variáveis ambientais no Bioma Pampa

## HIPÓTESES

Duas hipóteses foram levantadas para o desenvolvimento deste trabalho:

- **Hipótese 1** — Os trechos rodoviários que estão próximos a vegetação florestal são mais suscetíveis a ocorrência de atropelamentos de *Leopardus geoffroyi* por serem áreas preferenciais de deslocamento da espécie, conforme indicam alguns estudos. **Predição** — O maior número de atropelamentos será encontrado nos trechos rodoviários com vegetação florestal, já que esse provavelmente é o hábitat preferencial da espécie na região do Pampa brasileiro, devendo haver uma maior incidência da presença desses indivíduos nesses locais e, conseqüentemente, maior risco de atropelamentos.
  
- **Hipótese 2** — Áreas de maior ocorrência ou adequabilidade de presas preferenciais podem apresentar maior taxa de atropelamento de *Leopardus geoffroyi*. **Predição** — É provável que os locais próximos a rodovias com uma alta adequabilidade de hábitat das presas principais deste felino estarão associados a trechos com maior taxa de atropelamentos de *L. geoffroyi*, pois a busca por alimento faria ele se locomover, chegando na beira da estrada e até mesmo a atravessando a fim de capturar uma presa e correndo o risco de ser atropelado.

## Referências Bibliográficas

Abra, F. D. et al. (2021). **An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil.** *Heliyon*, São Paulo, SP, v. 7, p. 1-10, 14 jan. DOI 10.1016/j.heliyon.2021.e06015. Acessado em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021001201>. Acessado em: 12 abr. 2021.

Abreu, E. F. et al. (2020). **Lista de Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz).** Disponível em: <https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acessado em: 02 abr 2021.

Benítez-López, A.; Alkemade, R.; Verweij, P. A. (2010). **The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis.** *Biological Conservation*, 143(6), 1307–1316. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.02.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320710000480>. Acessado em: 12 abr 2021.

Bensusan, N. (2006). **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas.** Rio de Janeiro: Editora FGV.

Boves, T. J.; Belthoff, J. R. (2012). **Roadway mortality of barn owls in Idaho, USA.** *The Journal of Wildlife Management*, 76(7), 1381–1392. DOI: 10.1002/jwmg.378. Acessado em: 20 mar 2021.

Cerqueira, R. et al. Fragmentação: Alguns Conceitos. In Rambaldi, D. M.; Oliveira, D. A. S. (2003). **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: MMA – SBF. p. 23-40.

Cerqueira, R. C., Leonard, P. B., da Silva, L. G., Bager, A., Clevenger, A. P., Jaeger, J. A., & Grilo, C. (2021). **Potential movement corridors and high road-kill likelihood do not**

**spatially coincide for felids in Brazil: Implications for road mitigation.** *Environmental Management*, 67(2), 412-423. DOI: 10.1007/s00267-020-01411-4.

Cuyckens, G. A. E. et al. (2016). **Refined assessment of the geographic distribution of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*) (Mammalia: Felidae) in the Neotropics.** *Journal of Zoology* 298:285–292.

Coffin, A. W. (2007). **From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads.** *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396–406. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692306001177>. Acessado em: 15 mar 2021.

Develey, P. F.; Stouffer, P. C. (2001). **Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil.** *Conservation Biology*, 15(5), 1416–1422. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2001.00170.x. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2001.00170.x>. Acessado em: 05 mar 2021.

Eisenberg, J. F. (1990). **Mammals of the neotropics: the northern neotropics.** University of Chicago Press.

Eizirik, E. et al. (2006). **Refined mapping and characterization of a geographic contact zone between two Neotropical cats, *Leopardus tigrinus* and *L. geoffroyi* (Mammalia, Felidae).** *Cat News*, 45 v. p. 8-11.

Fahrig, L. (2017). **Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se.** *Annual Review Of Ecology, Evolution, And Systematics*, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 1-23, 2 nov. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612>.

Fahrig, L.. **Habitat fragmentation: a long and tangled tale.** (2019). *Global Ecology And Biogeography*, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 33-41, 29 nov. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12839>.

Findlay, C. S., and Bourdages, A. J. (2001). **Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands**. *Conservation Biology*, v. 1, n. 14, p. 86-94.

Forman, R. T. T., and Alexander, L. E. (1998). **Roads and their major ecological effects**. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29, 207–231.

Forman, R. T. T., and Deblinger, R. D. (2000). **The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway**. *Conservation Biology*, v. 1, n. 14, p. 36-46.

Flynn, J. J., Finarelli, J. A., Zehr, S., Hsu, J., & Nedbal, M. A. (2005). **Molecular phylogeny of the Carnivora (Mammalia): Assessing the impact of increased sampling on resolving enigmatic relationships**. *Systematic Biology*, 54(2), 317-337.

Garcia-Pozo, A. et al. (2015). ***Leopardus geoffroyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015**: e.T15309A50657228.

GAT do 2º ciclo do **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Pequenos Felinos – PAN** - 2020-2025, Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-pequenos-felinos>. Acesso em 19 Abr 2023.

Grilo C. et al. (2018). **Brazil Road-Kill: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills**. *Ecology*, 99 (11), pp. 2625. DOI: 10.5281/zenodo.1420508. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecy.2464>. Acesso em: 12 abr 2021.

Groombridge, B. (1992). **Global biodiversity: status of the Earth's living resources**. Chapman & Hall.

Guichón, M.L. et al. (1998). **Role of diet selection in the use of habitat by pampas cavies *Cavia aperea pamparum* (Mammalia, Rodentia)**. *Mammalia*, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 1-15, jan. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/mamm.1998.62.1.23>.

Guidobono, J. S., Muñoz, J., Muschetto, E., Teta, P., & Busch, M. (2016). **Hábitos alimentarios del gato montés (*Leopardus geoffroyi*) en agroecosistemas de Buenos Aires, Argentina.** *Ecología Austral*, 26(1), 40–50. <https://doi.org/10.25260/EA.16.26.2.0.83>

Kitchener, A. C., et al. (2017). **A revised taxonomy of the Felidae : The final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN Cat Specialist Group.** *Cat News*.

Haigh, M.J et al. (1995). **Interactions between forest and landslide activity along new highways in the Kumaun Himalaya.** *Forest Ecology and Management*, n. 78, p. 173-189.

Hall, E. R. (1981). **The Mammals of North America.** 2 ed. Wiley: Universidade de Michigan. 1 v.

Haskell, D. G. (2001). **Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna on the southern appalachian mountains.** *Conservation Biology*, v. 1, n. 14, p. 57- 63.

Hengemühle, A., & Cademartori, C. V. (2008). **Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389).** *Biodiversidade pampeana, Uruguaiana*, v. 6, n. 2, p. 4-10.

Huijser, Marcel P. et al. (2013). **Mammal road mortality and cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara ( *hydrochoerus hydrochaeris* ) in São Paulo state, Brazil.** *Oecologia Australis*, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 129-146, mar. *Oecologia Australis*. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.11>.

IUCN. (2021). **The IUCN Red List of Threatened Species.** Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

Johnson, W. E., and W. L. Franklin. (1991). **Feeding and spatial ecology of *Felis geoffroyi* in Southern Patagonia.** *Journal of Mammalogy* 72:815–820.

Johnson, W. E. et al. (2006). **The Late Miocene Radiation of Modern Felidae: a genetic assessment.** *Science*, [S.L.], v. 311, n. 5757, p. 73-77, 6 jan. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1122277>.

Kuiken, M. (1988). **Consideration of Environmental and landscape Factors in highway planning in valued landscapes: an Australian survey.** Journal of Environmental Management, n. 6, p. 191-201.

Lindsey, P. A., Alexander, R., Mills, M. G. L., & Románach, S. S. (2007). **Wildlife viewing preferences of visitors to protected areas in South Africa: Implications for the role of ecotourism in conservation.** Journal of Ecotourism, 6(1), 19-33.

Loveridge, A. J, et al. (2010). **People and wild felids: conservation of cats and management of conflicts.** In Biology and conservation of wild felids: 161–196. Macdonald, D.W. & Loveridge, A. J. (Eds). Oxford: Oxford University Press.

Macdonald, D. W., Loveridge, A. J., & Nowell, K. (2010). **Dramatis personae: An introduction to the wild felids.** In Biology and conservation of wild felids (pp. 3-58). Oxford University Press.

Macdonald, D. W. & Kays, R. W. (2005). **The Carnivora: The Evolution, Adaptive Significance and Conservation of Their Diversity,** Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Machado, A. B. M. et al. (2018). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** 2ª ed. Brasília: ICMBio/MMA.

Macpherson, D., Macpherson, J. L., Morris, P. (2011). **Rural roads as barriers to the movements of small mammals.** Applied Ecology and Environmental Research, 9(2), 167–180.

Magioli, M., Grilo, C., Ferraz, K. M. P. M., & Beisiegel, B. de M. (2019). **Short and narrow roads cause substantial impacts on wildlife.** Oecologia Australis, [S.L.], v. 23, n. 01, p. 99-111, mar. Oecologia Australis. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2019.2301.09>.

Migliorini, R. P., Peters, F. B., Favarini, M. O., & Kasper, C. B. 2018. **Trophic ecology of sympatric small cats in the Brazilian Pampa.** PloS one, 13(7), e0201257. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201257>.

Manfredi, C. et al. (2004). **Geographical variation in the diet of Geoffroy's Cat (*Oncifelis geoffroyi*) in Pampas grassland of Argentina.** Journal of Mammalogy, 85: 1111-1115.

Manfredi, C. et al. (2006). **Home range and habitat use by Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) in a wet grassland in Argentina.** Journal Of Zoology, [S.L.], v. 268, n. 4, p. 381-387, abr. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7998.2005.00033.x>.

Manfredi, C. et al. (2011). **Activity and movement patterns of Geoffroy's cat in the grasslands of Argentina.** Mammalian Biology, 76: 313-319.

Manfredi, C. et al. (2012). **Home range size and habitat selection of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*, Felidae, Carnivora) in the pampas grassland.** Mammalia, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 105-108, 1 jan. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/mammalia-2011-0039>.

Mantovani, W. (2001). **A paisagem dinâmica.** In: C. Leonel (Ed.). Intervalos. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 81-91.

Nowak, R. M. (2005). **Walker's Carnivores of the World.** Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Nowell, K., & Jackson, P. (1996). **Wild cats: status survey and conservation action plan.** IUCN/SSC Cat Specialist Group. Gland, Switzerland.

Oliveira, P. J. et al. (2007). **Land-use allocation protects the Peruvian Amazon.** Science 317, 1233-1236.

Paglia, A. P. et al. (2012). **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil.** Occasional Papers in Conservation Biology, v. 6, p. 1-76.

Pereira J. A., Fracassi N. G., & Uhart M. M. (2006). **Numerical and spatial responses of Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) to prey decline in Argentina.** Journal of Mammalogy 87: 1132-1139.



Pereira, J., M., Lucherini, & Trigo, T. (2015). *Leopardus geoffroyi*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2015**: e. T15310A50657011.

Peters, F. B., Mazim, F. D., Favarini, M. O., Soares, J. B. G., & Oliveira, T. G. (2016). **Caça preventiva ou retaliativa de felinos por humanos no extremo sul do Brasil**. In C. Castaño-Urbe, C. A. Lasso, R. Hoogesteijn, A. Diaz-Pulido, & E. Payan (Eds.), II. Conflictos entre felinos y humanos en América Latina (pp. 311–326). Instituto Humboldt.

Prada, Cristiana de Santis. (2004). **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 129 p.

Primack R. B. & Rodrigues E. (2001). **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, v. 10. p.95.

Riley, S. D. et al. (2006). **A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores**. *Molecular Ecology* 15, 1733-1741.

Ripple, W. J. et al. (2014). **Status and ecological effects of the world's largest carnivores**. *Science*, 343(6167), 1241484.

Ruediger, B. (2004). **Carnivore conservation and highways: understanding the relationships, problems and solutions**. In *People and predators: from conflict to coexistence*. Fascione N., Delach A. & Smith M. (Eds). Island Press, Washington, pp. 32-150.

Rytwinski, T.; Fahrig, L. (2012). **Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis**. *Biological Conservation*, [S.L.], v. 147, n. 1, p. 87-98, mar. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.11.023>.

Schonewald-Cox, C. M. e M. Buechner. (1992). **Park protection and public roads**. In P. L. Fidler e S. K. Jain (eds.), *Conservation Biology: The Theory and Practice Of Nature Conservation, Preservation, and Management*, pp. 373-396. Chapman and Hall, New York.

Sergio, F., Newton, I., & Marchesi, L. (2008). **Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy**. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, v. 39, n. 1, p. 1–19, dez.

Shafer, C. L. (1990). **Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice**. Smithsonian Institution Press Washington, D. C.

Silva et al. (2014). **Mapping wild cat roadkills in southern Brazil: baseline data for species conservation**. DOI:10.13140/RG.2.2.17640.88327.

Sousa, K.S. & Bager, A. (2008). **Feeding habits of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*) in southern Brazil**. *Mamm. Biol.* 73(4), 303–308.

Srbek-Araujo A. C., Mendes S. L., & Chiarello A. G. (2015). Jaguar (*Panthera onca* Linnaeus, 1758) roadkill in Brazilian Atlantic Forest and implications for species conservation. *Braz J Biol* 75:581–586. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.17613>

Sunquist, M., & F. Sunquist (2017). *Wild cats of the world*. University of Chicago press.

Terborgh, J. et al. (2001). **Ecological meltdown in predator-free forest fragments**. *Science*, 294 (5548), 1923-1926.

Tirelli, F. P. et al. (2017). **Análises ecológicas de duas espécies de felídeos (*Leopardus geoffroyi* e *L. colocolo*) em áreas antropizadas da Savana Uruguaia**. 2017. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Tirelli, F. P. et al. (2018). **Spatial organization and social dynamics of Geoffroy's cat in the Brazilian pampas**. *Journal Of Mammalogy*, [S.L.], v. 99, n. 4, p. 859-873, 20 jul. Oxford University Press (OUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jmammal/gyy064>.

Tirelli, F. P. et al. (2019). **Density and spatio-temporal behaviour of Geoffroy's cats in a human-dominated landscape of southern Brazil**. *Mammalian Biology*, [S.L.], v. 99, p. 128-135, nov. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2019.11.003>.

Trigo, Tatiane C. et al. (2013). **Molecular Data Reveal Complex Hybridization and a Cryptic Species of Neotropical Wild Cat**. *Current Biology*, [S.L.], v. 23, n. 24, p. 2528-2533, dez. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.046>.

Trombulak S. C. & Frissell C. A. (2000). **Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities**. *Conservation Biology* 14, 18-30.

Tsunokawa, K. (1997). **Roads and the environment: a handbook (revised)**. World technical paper n. 376. Washington : World Bank ISBN, 240 p.

Walker, E. P. (1999). **Walker's Mammals of the World** (6. ed., Vol. 1). Baltimore, MD: Jhu Press.

Wilcove, D. S., McLellan, C. H., Dobson, A. P. (1986). **Habitat fragmentation in the temperate zone**. In M. E. Soulé (ed.), *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*, pp. 237-256. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Wilson, E. O. (1997). **The diversity of life**. *Journal of Leisure Research* 29.4 (1997): 476.

Ximénez, A. (1973). **Notas sobre felidos neotropicales III: contribución al conocimiento de *Felis geoffroyi* d'Orbigny and Gervais, 1844 y sus formas geográficas (Mammalia, Felidae)**. *Papeís Avulsos de Zoologia* 27:31-43.

Yamada et al. (2010)b. **Effects of narrow roads on the movement of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in Nopporo Forest Park, Hokkaido**. *Journal of Insect Conservation*, 14(2), 151-157.