



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Instituto de Biociências



Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Dissertação de Mestrado

Atropelamento de ouriços e a influência da paisagem: uma abordagem multiescala

Barbara Zucatti Rangel

Porto Alegre, outubro 2021

ATROPELAMENTO DE OURIÇOS E A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM: UMA
ABORDAGEM MULTIESCALA

Barbara Zucatti Rangel

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Andreas Kindel

Comissão Examinadora

Dra. Fernanda Zimmermann Teixeira

Dra. Flávia Tirelli

Dr. Vanderlei Júlio Debastiani

Porto Alegre, outubro 2021

CIP - Catalogação na Publicação

Rangel, Barbara Zucatti
Atropelamento de ouriços e a influência da
paisagem: uma abordagem multiescala / Barbara Zucatti
Rangel. -- 2021.
54 f.
Orientador: Andreas Kindel.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa
de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, BR-RS,
2021.

1. Ecologia de Rodovias. 2. Ecologia de Paisagem.
I. Kindel, Andreas, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que participaram dessa etapa junto comigo, me apoiando de longe ou de perto e que me ajudaram a conquistar essa etapa. A vocês, sou eternamente grata!

Gostaria de agradecer a minha família: minha mãe, meu pai e minha irmã, pelo imenso apoio que tenho recebido durante essa trajetória acadêmica. Com certeza essa caminhada não teria sido possível sem o suporte emocional e financeiro de vocês. Obrigada por vibrarem a cada conquista e me incentivarem a seguir meus sonhos. À minha nona, que infelizmente não pude conviver mais de perto no seu último ano. Sou muito grata de ter tido uma nona no auge dos seus 97 anos que sempre quando me via, mesmo não entendendo nada o que eu fazia, me perguntava “como iam os meus estudos”. Por mais que não tenha tido a oportunidade de se alfabetizar, ela entendia a importância da educação e isso ficou muito marcado em mim, junto com as lembranças da minha infância.

Agradecer ao meu companheiro Matheus por todos esses anos de parceria e principalmente por me acolher, me cuidar, me acompanhar e me amar nesses últimos anos, os quais foram pesados e desafiadores. Obrigada por trazer leveza ao meu mundinho e por me amar e me compreender mesmo nos meus momentos mais caóticos. Agradeço também por ter pegado minha mão e me ajudado com os perrengues do QGIS, com certeza me salvou um pouco de sanidade.

Agradeço ao meu orientador Andreas Kindel, por mais uma vez ter topado em trabalhar comigo e me ajudado a trilhar (mais de) um caminho. Por me ajudar a não sair do foco, a manter o equilíbrio, a estabelecer um objetivo, sempre me motivando e me impulsionando a ir mais longe, para que agora no final eu pudesse finalmente tirar as “rodinhas da bicicleta” e seguir meu caminho.

Agradeço à Larissa Oliveira Gonçalves por ter me ajudado em momentos cruciais do desenvolvimento do meu mestrado: no início quando tudo estava confuso, me ajudando a enxergar um caminho, e no final me mostrando que estava no caminho certo.

Ao NERF por ser esse espaço incrível de trocas, de aprendizado, de construção e cheio de pessoas maravilhosas dispostas a ajudar. Gostaria de ter tido mais tempo para vivenciar mais o NERF e todo mundo, mas fico extremamente grata de ter participado e concluído essa etapa num laboratório tão incrível. Lugar que tive oportunidade de novas experiências, de me desenvolver como pesquisadora e como pessoa e que enriqueceu muito minha bagagem acadêmica.

Agradeço aos meus amigos pelo imenso apoio, carinho, distração e aconchego que me deram durante essa etapa. Aos amigos do início da graduação: Carla, Vini, Rafa, Marina e Gaby, foi bem difícil vivenciar essa etapa sem a convivência diária com vocês. Quase todos estávamos no mesmo barco chamado Mestrado, o que possibilitou vivenciarmos situações parecidas, nos acolhendo em momentos de medo e vibrando nos momentos de alegria. Espero vê-los em breve para comemorarmos a finalização do mestrado de todos nós. Estou morrendo de saudade.

Agradeço ao Vanderlei, ao Isma e à Lari por terem me ajudando a esclarecer algumas confusões e inseguranças a respeito da etapa dos modelos. Agradeço à Bruna Arbo por ter me ajudado a enfrentar o QGIS e suas várias incógnitas.

Agradeço a todos que ainda acreditam na ciência, e que mesmo em tempos tão caóticos se dedicam a produzir, divulgar e comunicar suas pesquisas. Em especial, à equipe de divulgação científica que conheci no meio desse meu caminho, A vida no Cerrado, que juntos debatemos, confabulamos e desenvolvemos ideias sobre as pautas do Cerrado. É um trabalho de formiguinha, mas é incrível saber que existem pessoas engajadas e que mesmo com as adversidades do cenário em que vivemos, não desistiram de transmitir informação e, acima de

tudo, não desistiram de agir. Fico extremamente grata de ter encontrado pessoas assim, que me motivam a também não desistir, e de fazer parte dessa equipe.

Agradeço às instituições que permitiram desenvolver meu mestrado. À UFRGS, pela educação pública e gratuita que me possibilitou hoje ter qualificação profissional e acadêmica. Ao PPG Ecologia, que me deu a oportunidade de qualificar minha carreira acadêmica desenvolvendo minha pesquisa no âmbito da ecologia aplicada. Ao CNPQ pela disponibilização da bolsa durante os dois anos de mestrado e por viabilizar a prorrogação, mesmo com os inúmeros cortes financeiros e boicote à ciência. Às empresas EGR e STE pela disponibilização dos dados sem os quais não teria realizado esse trabalho.

Resumo

Padrões espaciais dos atropelamentos são ocasionados por diversos fatores relacionado à paisagem, ao comportamento e ecologia da espécie, e às características das rodovias. Visto que padrões ecológicos ocorrem em diversas escalas, a análise dos fatores que influenciam atropelamentos deve ser feita em uma abordagem multiescala. Nesse estudo, analisamos as fatalidades de ouriço-caixeiro (*Coendou* sp.) na rodovia RSC-287, na região central do Rio Grande do Sul. Utilizamos uma abordagem multiescala que compreendeu tanto a escala de efeito para avaliar as variáveis preditoras selecionadas, quanto a escala de observação para avaliar a variável resposta em três diferentes escalas. Construímos modelos explanatórios dos atropelamentos em relação às características de paisagem e de rodovia para compreender os fatores de influência das fatalidades. Nossos resultados mostram que a formação florestal é importante para o grupo nessa região e que essa relação independe da escala analisada. As características de rodovia não apresentaram associação com as fatalidades. Surpreendentemente, variáveis como presença de água e classes de agropecuária mostraram relação positiva e significativa com os atropelamentos. A utilização de uma abordagem multiescala favorece a construção de modelos explanatórios mais robustos e condizentes com os padrões da paisagem, auxiliando no desenvolvimento de propostas de estruturas mitigadoras a serem implantadas em estradas com características semelhantes.

Palavras-chave: escala de efeito; característica de paisagem; múltiplas escalas, colisões com animais silvestres; Erethizontidae

Abstract

Roadkill spatial patterns are caused by several factors related to the landscape, behavior and ecology of the species, and characteristics of highways. Since ecological patterns occur at different scales, an analysis of the factors that influence roadkills should be done in a multiscale approach for more accurate results. In this study, we analyzed the fatalities of *Coendou* sp. on the RSC-287 highway, in the central region of Rio Grande do Sul. We used a multiscale approach that comprised both the scale of effect to assess the selected explanatory variables, and the extent scale to assess the response variable in three different scales. We built roadkill explanatory models in relation to landscape and road characteristics to understand the factors influencing fatalities. Our results show that forest cover is important for the group in this region and that it is independent of the analyzed scale. Road characteristics did not show any association with the fatalities. Surprisingly, variables such as the presence of water and agriculture have a significant and positive association with porcupine roadkills. The use of a multiscale approach favors the construction of explanatory models that are more robust and consistent with landscape patterns, helping to develop proposals for mitigation structures to be implemented on roads with similar characteristics.

Keywords: Scale of effect; landscape feature; multiple scales; wildlife-vehicle collision, Erethizontidae

Sumário

<i>Agradecimentos</i>	3
<i>Resumo</i>	6
<i>Abstract</i>	7
<i>Introdução Geral</i>	9
Motivação.....	9
Fatalidade da fauna em rodovias.....	11
<i>Capítulo 1</i>	15
Atropelamento de ouriços e a influência da paisagem: uma abordagem multiescala.....	16
Resumo.....	16
Introdução.....	17
Materiais e Métodos.....	19
Área de estudo.....	19
Grupo-alvo.....	20
Coleta de dados.....	20
Análise de dados.....	24
Resultados.....	26
Discussão.....	29
Referências.....	31
<i>Considerações finais</i>	38
<i>Material suplementar</i>	40
<i>Referências Bibliográficas</i>	49

Introdução geral

Motivação

Desde sempre, a motivação para eu persistir na academia e fazer o mestrado reside no fato de eu querer trilhar um caminho na carreira acadêmica e ser professora pesquisadora, contribuindo para que o cenário acadêmico se torne cada vez mais acessível, menos machista e elitista. Quando comecei o mestrado a ideia de projeto era diferente da que eu entrego agora e ter passado por essas mudanças, em meio a uma pandemia, foi um grande desafio. O primeiro ano do mestrado foi voltado para a ideia inicial que apresentamos ao PPG, focada em analisar o comportamento e organização de uma assembleia de carneiros em um contexto sem interferência antrópica. Muitas ideias foram elaboradas e estudadas, e inclusive um piloto foi desenvolvido, mas com o advento da pandemia e a falta de tempo necessário para desenvolver esse estudo, alternativas precisaram ser pensadas. Acredito que toda essa jornada trilhada até aqui, mesmo não sendo o foco inicial, cumpriu com a função de aprendizado dos processos e etapas de fazer pesquisa. Em meio aos altos e baixos encontrei muitas inspirações para seguir com meu mestrado, abri os olhos para novas áreas e me encontrei. A ideia inicial para o estudo pode não ter sido alcançada, mas sei que a conclusão do mestrado é apenas um dos degraus que vai me possibilitar amadurecimento e conhecimento para que o caminho seja possível. Ter a oportunidade de trabalhar com ecologia de rodovias no mestrado me fez conhecer e me encantar por essa área, que compartilha meus ideais como pesquisadora: aplicar o conhecimento para desenvolver alternativas que atuam no âmbito socioeconômico e na conservação da biodiversidade.

Esse trabalho surgiu de um processo de construção bem extenso, com várias etapas, como a ciência é de fato realizada. A nova ideia para o meu mestrado surgiu de uma conversa do grupo a respeito das observações do último campo de monitoramento da fauna atropelada

nas rodovias sob concessão da EGR. Surgiu uma pergunta geral sobre o porquê havia tantos ouriços morrendo nas rodovias naquele ano, o que parecia ser atípico comparado com monitoramentos anteriores. Motivados por isso, decidimos tentar entender os fatores que influenciavam os atropelamentos no grupo dos arborícolas para a rodovia estudada. Porém, analisando o banco de dados gerado pelo monitoramento para o grupo vimos que havia, descontando os registros de gambás, apenas os de ouriços e uns poucos bugios. Não era de fato um grupo homogêneo ecologicamente e com um número amostral equitativo. A ideia inicial era comparar os resultados de ouriços com os de gambás, tendo em vista que gambás também utilizariam parcialmente os mesmos ambientes e tinham um número muito superior de atropelamentos registrados. Porém, por questões de tempo em relação a toda abordagem metodológica que seria necessária, decidimos focar primeiro em fazer todo o processo analisando apenas os dados de ouriço.

Decidido o grupo-alvo, o desafio estava em entender como escolher a escala de observação da rodovia para a análise (tamanho da unidade amostral). Decidimos estudar quais tamanhos seriam os melhores para a análise de acordo com os dados. E, como resultado, percebemos que o mais interessante seria analisar como os fatores estão influenciando os atropelamentos considerando diferentes tamanhos de segmento, em vez de selecionar apenas um tamanho para avaliar. Assim, aos poucos, foi surgindo o trabalho que apresento aqui. Ele se distanciou da ideia inicial, de modo que não responderemos porque os arborícolas estão morrendo nesses pontos específicos da região central do RS, mas sim quais são as características da paisagem e da rodovia que podem estar influenciando no atropelamento dos ouriços-cacheiros na região central do Rio Grande do Sul. Acredito que esse trabalho trouxe resultados interessantes sobre as prováveis razões da maior ocorrência de fatalidades de ouriços em alguns locais e inspirar futuros estudos com toda a riqueza dos arborícolas.

Fatalidades de fauna em rodovias

O crescimento populacional humano, com o passar dos anos, tem impulsionado a exploração e conversão de terras para suprir novas demandas. O uso da terra associado à expansão urbana e a novas áreas para ampliação da agricultura e pastagem tem resultado também na expansão da malha viária (Taaffe et al. 1973). As rodovias causam inúmeros impactos diretos e indiretos nas populações silvestres (Forman e Alexander 1998; Boston 2016). Os efeitos dos atropelamentos nos indivíduos somados à barreira representada pela rodovia podem levar uma população à extinção local (Taylor e Goldingay 2012b; Rytwinski e Fahrig 2015).

Dentre os vertebrados, o grupo mais estudado em relação aos impactos das rodovias são os mamíferos (Oxley et al. 1974; Richardon et al. 1997; Clark et al. 2001; Clements et al. 2014; Ascensão et al. 2015). Estima-se que cerca de dois milhões de mamíferos morram atropelados anualmente em rodovias brasileiras (González-Suárez et al. 2018). Em geral, mamíferos de médio e grande porte concentram o foco de parte dos estudos, por afetarem diretamente a vida humana, oferecendo agravos de saúde e riscos de morte decorrentes de uma colisão de um veículo com um animal, bem como prejuízos materiais (Seiler e Helldin 2006; Huijser et al. 2009).

No entanto, um grupo de mamíferos bastante afetado pelos impactos das rodovias e menos estudados são os arborícolas. Animais arborícolas são muito impactados tanto pela mortalidade direta (Fahrig e Rytwinski 2009) quanto pelo efeito barreira (Wilson et al. 2007; van der Ree et al. 2010) causado pela ruptura da conectividade do dossel (Soanes e van der Ree 2015). Apesar dos impactos das rodovias nos arborícolas serem bem conhecidos na literatura (Soanes e van der Ree 2015), são raros os estudos que exploram os fatores que influenciam os atropelamentos deste grupo (Russell et al. 2013).

Fatores explanatórios de fatalidades

Padrões espaciais relacionados à paisagem variam entre as espécies ou grupos funcionais e ao longo do tempo. De acordo com estudos anteriores, os tipos de cobertura do solo podem determinar o uso do espaço e a abundância das espécies (Thornton et al. 2011; Marchand et al. 2017). Animais arborícolas habitam ambientes florestais e são dependentes da conectividade da copa das árvores para se locomoverem (Soanes e van der Ree 2015). Se espera encontrar maior densidade de fatalidades desse grupo em ambientes com manchas florestais que perderam a conectividade devido à rodovia (Asensio et al. 2017).

Embora aparentemente óbvia, essa associação pode não ser encontrada, por exemplo, dependendo da capacidade e disposição das espécies em deslocarem-se através de áreas abertas. Portanto, conforme a escala escolhida para investigar as associações com atributos da paisagem, as relações podem não ser percebidas ou outros aspectos podem se tornar relevantes. Chamamos de “escala de efeito” a escala espacial na qual se percebe o maior efeito de uma característica influenciando a resposta das espécies (Jackson e Fahrig 2012). A maneira de superar a falta de estudos que servem de base para a avaliação da paisagem em relação ao comportamento e ecologia das espécies é medir a escala de efeito de maneira empírica através de uma abordagem analítica em múltiplas escalas (Brennan et al. 2002).

Compreender quais são os fatores das rodovias e da paisagem que influenciam os atropelamentos da fauna de interesse é fundamental para servir de base nos estudos de avaliação de impacto das rodovias e nas propostas de possíveis estruturas mitigadoras. O objetivo principal desse estudo foi avaliar quais características da paisagem e da rodovia estão associadas aos atropelamentos de *Coendou* sp. e se essas associações dependem da escala avaliada. Utilizamos uma abordagem multiescala tanto nas variáveis preditoras quanto na variável resposta para avaliar a relação da paisagem com os atropelamentos de ouriço-cacheiro para a rodovia RSC-287, na região central do Rio Grande do Sul que intersecciona os dois biomas do estado: Mata Atlântica e Pampa.

A dissertação está estruturada nesta seção introdutória, seguida de outra seção no formato de um artigo científico e finalizada por uma seção de considerações finais, na qual resgatamos alguns dos principais resultados e desdobramentos possíveis desse estudo.

CAPÍTULO 1

Atropelamento de ouriços e a influência da paisagem: uma abordagem multiscal

Esse capítulo foi elaborado como manuscrito e formatado para as normas da revista *Journal of Mammalogy*.

1 **Atropelamento de ouriços e a influência da paisagem: uma abordagem multiescala**

2 Barbara Zucatti^{1,2,*} & Andreas Kindel^{1,2}

3 ¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Instituto de
4 Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

5 ² Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF), Departamento de Ecologia, Instituto de
6 Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

7

8 *Autora correspondente: barbarazucatti@gmail.com

9 **Resumo**

10 Padrões espaciais dos atropelamentos são ocasionados por diversos fatores relacionado à
11 paisagem, ao comportamento e ecologia da espécie, e às características das rodovias. Visto que
12 padrões ecológicos ocorrem em diversas escalas, a análise dos fatores que influenciam
13 atropelamentos deve ser feita em uma abordagem multiescala. Nesse estudo, analisamos as
14 fatalidades de ouriço-caixeiro (*Coendou* sp.) na rodovia RSC-287, na região central do Rio
15 Grande do Sul. Utilizamos uma abordagem multiescala que compreendeu tanto a escala de
16 efeito para avaliar as variáveis preditoras selecionadas, quanto a escala de observação para
17 avaliar a variável resposta em três diferentes escalas. Construímos modelos explanatórios dos
18 atropelamentos em relação às características de paisagem e de rodovia para compreender os
19 fatores de influência das fatalidades. Nossos resultados mostram que a formação florestal é
20 importante para o grupo nessa região e que essa relação independe da escala analisada. As
21 características de rodovia não apresentaram associação com as fatalidades.
22 Surpreendentemente, variáveis como presença de água e classes de agropecuária mostraram
23 relação positiva e significativa com os atropelamentos. A utilização de uma abordagem
24 multiescala favorece a construção de modelos explanatórios mais robustos e condizentes com
25 os padrões da paisagem, auxiliando no desenvolvimento de propostas de estruturas mitigadoras
26 a serem implantadas em estradas com características semelhantes.

27 Palavras-chave: escala de efeito; característica de paisagem; múltiplas escalas, colisões com
28 animais silvestres; Erethizontidae

29 **Introdução**

30 Nos últimos anos, a rápida expansão das redes rodoviárias tem resultado em inúmeros
31 impactos nos ecossistemas (Aquino e Nkomo 2021), como a fragmentação e a diminuição da
32 qualidade do habitat e a mortalidade direta (Fahrig e Rytwinski 2009). A colisão de animais
33 com veículos é um dos impactos das rodovias que mais ameaça a persistência das populações (
34 Ascensão et al. 2013), mais do que o efeito barreira e isolamento populacional (Jackson e Fahrig
35 2011). À medida que mais rodovias cortam ambientes pouco antropizados e que o tráfego
36 aumenta, mais comuns se tornam as colisões, acarretando em um problema socioeconômico e
37 ambiental (Hughes et al. 1996) dependendo das espécies envolvidas. Diversos fatores podem
38 influenciar no evento de atropelamento de um animal, e por isso entender quais são os principais
39 fatores é fundamental para o planejamento de ações mitigadoras, incluindo definições de rotas
40 que evitem e minimizem esse impacto nas rodovias em planejamento e a definição da
41 localização de estruturas mitigadoras nas estradas em operação.

42 Dentre os mamíferos, um grupo bastante impactado por rodovias são os arborícolas, seja
43 pelo impacto direto ou pelo efeito barreira (Goldingay e Taylor 2009; Soanes and van der Ree
44 2015). Arborícolas são muito sensíveis aos impactos das rodovias por serem animais
45 dependentes da floresta e principalmente da conectividade da copa das árvores (Lancaster et al.
46 2011; Taylor et al. 2011). No entanto, pouco se sabe sobre quais são os fatores que influenciam
47 os atropelamentos de espécies desse grupo. A maioria dos estudos em ecologia de rodovias
48 focados nas espécies arborícolas são mais voltados para propostas e avaliação de estruturas
49 mitigadoras (Taylor e Goldingay 2012a; Soanes et al. 2013). Entender os fatores que
50 influenciam a mortalidade desse grupo é um ponto de partida para sugerir medidas mitigadoras

51 mais específicas e eficazes. Os ouriços podem servir de modelo para explicar como as
52 características da paisagem influenciam os atropelamentos em arborícolas, por serem animais
53 com hábitos fortemente dependentes da cobertura florestal e serem mais abundantes do que
54 outras espécies que compartilham esse ambiente.

55 A associação entre atropelamentos de fauna e atributos do ambiente pode diferir quando
56 analisada em diferentes escalas espaciais (Holland et al. 2004; de Knecht et al. 2010). Em uma
57 escala menor, a paisagem pode ser muito heterogênea a ponto de a análise não chegar a nenhum
58 resultado conclusivo. Em contrapartida, uma escala mais fina também pode tornar
59 imperceptíveis as associações, devido à baixa variação presente na variável resposta ou à
60 homogeneidade da paisagem nessa escala. Para contornar um dos desafios que é compreender
61 em que escala os ouriços respondem ao seu entorno, usamos uma abordagem multiescala na
62 análise das variáveis preditoras e o reconhecimento da “escala de efeito”, ou seja, a escala com
63 maior efeito para a variável analisada (Jackson e Fahrig, 2015; Moraga et al. 2019). Há razões,
64 no entanto, para estender a abordagem multiescala também para a avaliação do efeito da escolha
65 do tamanho da unidade amostral afetando a magnitude da variável resposta. Há uma volumosa
66 literatura sobre o efeito da escala na estimativa de padrões espaciais de inúmeros atributos de
67 populações e comunidades ecológicas (Sandel 2015), contudo são raros os estudos que
68 exploram seu efeito sobre padrões espaciais de fatalidades em rodovias (Teixeira et al. 2013).

69 Nesse estudo nós buscamos identificar quais características da paisagem e da rodovia
70 afetam a densidade de atropelamentos de ouriços levando em consideração os possíveis efeitos
71 da escolha da escala de avaliação tanto nas variáveis preditoras quanto na variável resposta.

72 **Materiais e métodos**

73 *Área de estudo*

74 Realizamos este estudo em um trecho de 148 km da rodovia RSC-287, localizada na
75 região central do estado do Rio Grande do Sul, que se estende da localidade de Tabaí até Paraíso
76 do Sul (Fig.1). A RSC-287 é uma rodovia que une o centro do estado à região metropolitana de
77 Porto Alegre, e faz ligação com as rodovias BR-153, BRS-386 e BRS-471. A porção da rodovia
78 avaliada nesse estudo contém trechos de pista simples e pista dupla pavimentados, e um tráfego
79 médio diário de 11,846 veículos registrado no ano de 2019 - de 12,288 veículos por dia no mês
80 de dezembro, e mínimo de 11,359 no mês de fevereiro (Empresa Gaúcha de Rodovias, 2021).
81 A RSC-287 intersecciona os biomas Mata Atlântica e Pampa, apresentando paisagem bastante
82 heterogênea com campos nativos e pastagens, formações florestais nativas e extensas áreas de

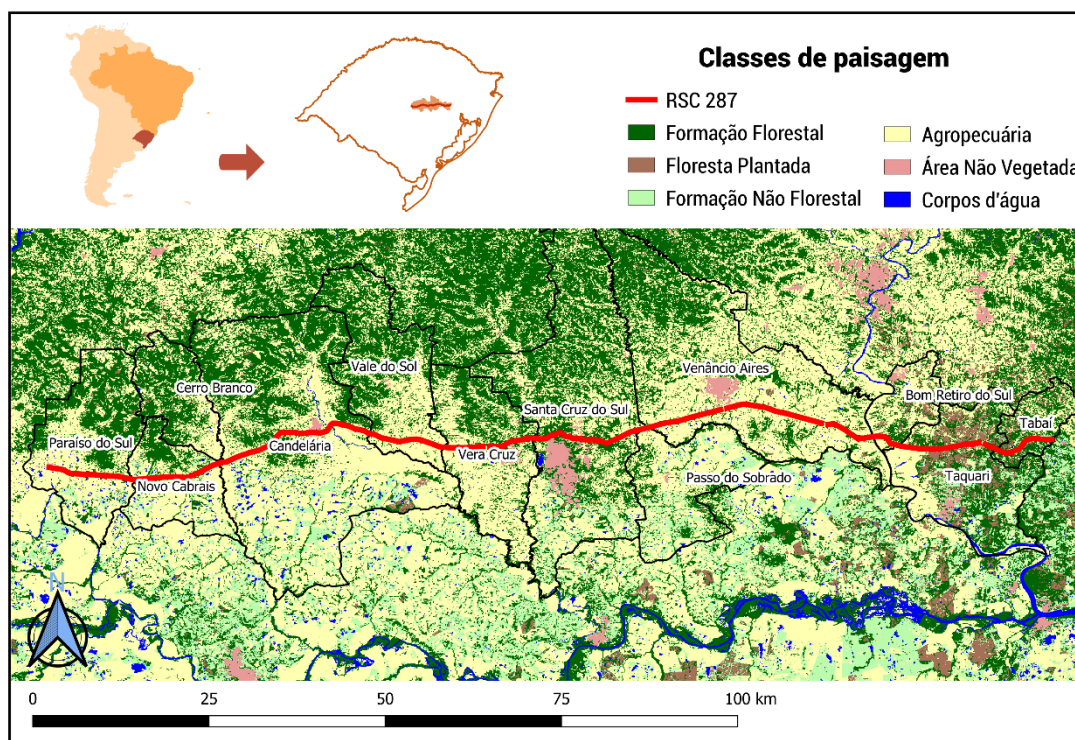


Figura 1. Mapa da área de estudo com as classes de uso e cobertura da coleção 5 do Mapbiomas e o trecho da rodovia RSC-287 estudado (linha vermelha).

83 silvicultura e áreas agrícolas. Utilizamos o mapa de uso e cobertura do solo para os biomas
84 Mata Atlântica e Pampa disponibilizado na coleção 5 do Mapbiomas (Souza et al.2020).

85 *Grupo-alvo*

86 Os ouriços (Eritheizontidae) são roedores de médio porte, que se distribuem do México
87 à Argentina. São animais que ocupam áreas de formação florestal, têm hábitos arborícolas,
88 utilizando as árvores para locomoção, abrigo e forrageamento, podendo descer ao solo em busca
89 de alimento (Chiarello et al. 1997; Passamani 2010; De Abreu et al. 2017) e para deslocamento
90 e dispersão. São animais noturnos e solitários, e a alimentação é baseada em folhas, frutas e
91 sementes (Voss 2011). No geral possuem bom olfato e audição, porém uma visão ruim
92 (Vaughan et al. 2000).

93 Durante as campanhas encontramos dois morfotipos diferentes de ouriços: um com os
94 espinhos mais aparentes e pelo menos denso e o outro com maior proporção de pelos mais
95 longos que os espinhos. Decidimos por nos referirmos apenas à família Erithozontidae e
96 denominá-los de ouriços, nome popular do gênero, devido às incertezas na classificação dos
97 ouriços neotropicais e recorrente discussão na literatura sobre os nomes válidos (Leite et al.
98 2011; Voss 2011; Caldara e Leite 2012; Voss et al. 2013; De Abreu et al. 2017), e pela
99 dificuldade frequente de diferenciar os dois morfotipos em virtude do estado da carcaça (MS1).

100 *Coleta de dados*

101 *Fatalidades de ouriços*

102 Os dados que utilizamos neste estudo foram cedidos pela Empresa Gaúcha de Rodovias
103 (EGR), concessionária pública que opera a RSC-287, e foram coletados no âmbito do Programa
104 Básico Ambiental desenvolvido para manutenção da licença de operação destes trechos com
105 base em duas abordagens, cujos bancos de dados foram reunidos em um conjunto único. Na
106 primeira abordagem, foram realizadas duas campanhas de monitoramento da fauna atropelada

107 com oito dias de duração (de outubro a novembro de 2019 e janeiro e fevereiro de 2020) com
108 dois observadores biólogos percorrendo as vias em um veículo a uma velocidade média de 40
109 km/h. A cada dia o sentido do monitoramento foi invertido. Cada carcaça recebeu um número
110 identificador único que foi marcado com tinta no asfalto, próximo à fatalidade (MS1). Todos
111 os registros foram feitos em aplicativo de coleta de dados para telefones celulares sendo obtidas
112 fotografias e a geolocalização. No primeiro dia de campanha foram registradas e marcadas todas
113 as carcaças encontradas na pista. Nos dias subsequentes, as carcaças que não possuíam número
114 identificador foram registradas como novas, e as que apresentavam identificação foram
115 registradas como recaptura para evitar problema de recontagem. Na segunda abordagem, os
116 dados foram coletados do banco de dados do programa de remoção e limpeza das pistas cedidos
117 pela EGR. Nesse caso as informações foram coletadas pelas equipes de manutenção que
118 regularmente percorriam a rodovia registrando em aplicativo de celular específico a coordenada
119 e fotografia de cada fatalidade, que posteriormente foi identificada por especialistas. Utilizamos
120 os dados coletados entre março de 2020 e fevereiro de 2021 para a segunda abordagem.

121 *Variáveis preditoras*

122 A lista das variáveis preditoras utilizadas bem como a sua descrição, a relação esperada
123 com a variável resposta e a origem dos dados está sistematizada na Tabela 1.

124 Para as variáveis de cobertura e uso do solo utilizamos a Coleção 5 do Mapbiomas
125 (Souza et al. 2020) com a classificação do ano de 2019 para os biomas Pampa e Mata Atlântica.
126 Aglutinamos a classificação original em 7 classes: Formação Florestal, Floresta Plantada,
127 Formação Não Florestal (Formação Campestre, Campo Alagado e Área Pantanosa),
128 Agropecuária (Pastagem, Agricultura, Lavouras Temporárias, Soja, Mosaico de Agricultura e
129 Pastagem), Área Não Vegetada (Infraestrutura Urbana) e Corpos d'água (Rios, Lago e Oceano).

130

131 Tabela 1. Definição das variáveis preditoras, relações esperadas com os atropelamentos de
 132 ouriço e fonte dos dados.

Variável	Abreviação	Definição	Relação esperada com a variável resposta	Justificativa	Fonte
Variáveis de paisagem					
Formação Florestal	FFlor	Proporção de floresta nativa	Relação positiva	Ambiente preferencial destes animais arborícolas	Mapbiomas
Floresta Plantada	FPlant	Proporção de floresta plantada (silvicultura)	Relação negativa	Ambiente muito simplificado e pobre em recursos para os ouriços	Mapbiomas
Formação Não Florestal	FnFlor	Proporção de áreas de formação campestres e campos alagados	Relação negativa	Ambiente não ocupado pelos ouriços	Mapbiomas
Agropecuária	Agro	Proporção de área de agricultura e pastagem	Relação negativa	Ambiente não ocupado ou apenas raramente ocupado (dependendo do cultivo)	Mapbiomas
Área Não Vegetada	NVeg	Proporção de áreas urbanizadas e outras áreas não vegetadas	Relação negativa	Ambiente não ocupado pelos ouriços	Mapbiomas
Corpos d'Água	Água	Proporção de rios e lagos	Relação negativa	Ambiente não ocupado pelos ouriços	Mapbiomas
Variáveis de rodovia					

Hidrografia	Hidro	Número de cruzamentos da RSC-287 com cursos d'água	Relação positiva	Margens podem ser usadas como corredores concentrando fatalidades nos cruzamentos	OpenStreetMap
Cruzamentos	Cross	Número de cruzamentos da RSC 287 com rodovias adjacentes	Relação positiva	Estradas vicinais e suas margens podem ser usadas como corredores concentrando fatalidades nos cruzamentos	OpenStreetMap
Aglomeración Urbana	Aglom	Áreas com caracterização urbana em um raio de 50m centrados na rodovia	Relação negativa	Ambiente não ocupado por ouriços e o aumento da densidade de carnívoros domésticos pode ser fator adicional de baixa densidade de ouriços	EGR
Declividade	Decl	Média da porcentagem de inclinação do terreno em 50 m centrados na rodovia	Relação negativa	A fauna tende a evitar travessias em trechos rodoviários em cortes, na qual um dos lados forma uma parede quase intransponível.	TopoData
Sinuosidade	Sinuos	Razão entre a distância euclidiana e a distância linear dentro de um segmento	Relação negativa ou positiva	Pode promover a redução da velocidade do tráfego, diminuindo o risco de atropelamento, mas também que pode diminuir a visibilidade do motorista, o que aumentaria o risco de atropelamento	

133

134 Obtivemos as porcentagens de cobertura de cada classe de uso do solo com a métrica
135 *pland* extraída com o pacote *LandscapeMetrics* (Hesselbarth et al. 2019) no Software R (R Core
136 Team 2020). Compilamos o número de cruzamento de rodovias adjacentes (*cross*) e o número
137 de cruzamentos de cursos d'água (*hidro*) sobrepondo os mapas, disponibilizados pelo

138 OpenStreetMap (Curran et al. 2020), das rodovias e da hidrografia do Rio Grande do Sul à
139 rodovia RSC-287. Em buffers de diferentes escalas, extraímos o número de intersecções para
140 cada segmento, utilizando a ferramenta “Intersecções de linhas” do software QGIS (Gray 2018).
141 Medimos a sinuosidade (*sinus*) da rodovia a partir da razão da distância linear e da distância
142 euclidiana entre os limites de cada segmento nos quais a estrada foi subdividida. Utilizamos o
143 Modelo Digital de Elevação (MDE) disponível na base de dados TopoData (De Morisson et al.
144 2017) para extrair as porcentagens médias de declividade para cada segmento em um buffer
145 retangular de 50 m de largura margeando o segmento da rodovia. Para as variáveis sinuosidade
146 e declividade a análise em diferentes escalas ocorreu apenas em relação ao tamanho das
147 unidades amostrais (escala de observação), tendo em vista que ambas variáveis apresentam
148 pouca variação em outras escalas de buffers (escala de efeito).

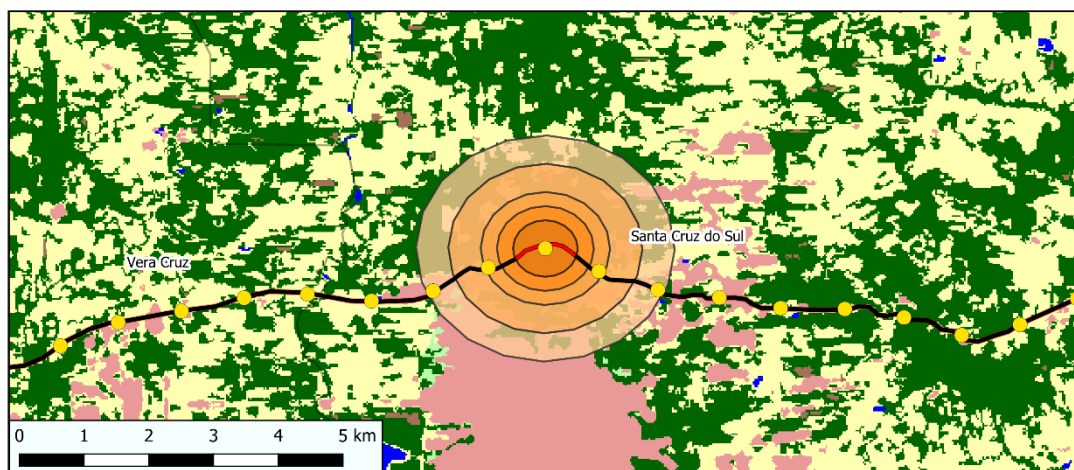
149 Para estimar a variável aglomeração urbana (*aglom*), utilizamos imagens de alta
150 resolução dos arredores da rodovia feita por drones classificadas visualmente pela empresa
151 STE. Extraímos a porcentagem da classe dentro de um buffer retangular de 50 m de largura
152 margeando o segmento da rodovia.

153 ***Análise de Dados***

154 Utilizamos uma abordagem multiescala para avaliar a melhor escala de análise para o
155 conjunto de dados tanto para a variável resposta, quanto para as variáveis preditoras. O número
156 de atropelamento por segmento da estrada (variável resposta) foi avaliado nas escalas (tamanho
157 de segmento) de 1000 m, 1500 m e 2000 m. Em função dos altos números de segmentos com
158 zeros (nenhum registro de atropelamento), comparamos diferentes distribuições para averiguar
159 a necessidade de um método que corrigisse esse problema. Analisamos um mesmo modelo com
160 distribuições de *Poisson*, *Quasipoisson* e *Zero-inflated Poisson* (Zuur et al. 2009) a fim de nos
161 certificar do método mais adequado para os nossos dados. Não houve diferença nos parâmetros

162 para as três abordagens, indicando que os dados não apresentam uma dispersão por zeros
163 inflados importante (MS2). Sendo assim, optamos por utilizar Modelos Lineares Generalizados
164 (GLM) com distribuição de Poisson.

165 Para cada uma destas extensões de segmento avaliamos a relação com as variáveis
166 preditoras padronizadas seguindo três etapas. Na primeira etapa, avaliamos a escala de efeito
167 para cada variável preditora, ou seja, a extensão na qual a variável tem o efeito mais forte sobre
168 a variável resposta (Moraga et al. 2019). Utilizamos tamanhos de buffer iguais ou maiores que
169 a metade da extensão do segmento a ser avaliado (500 m, 750 m, 1000 m, 1500 m, 2000 m)
170 (Fig.2; MS3). Identificamos a melhor escala para cada variável através da competição de
171 Modelos Lineares Generalizados (GLM), com distribuição de Poisson, utilizando o critério de
172 informação de Akaike (AIC; Burham e Anderson 2002), selecionando os modelos com delta
173 AIC menor que dois e menor que o modelo nulo. Os GLMs foram realizados com a função *glm*
174 do pacote *stats* (Seiler 2004) do software R (R Core Team 2020).



175

176 Figura 2, Representação das diferentes extensões de *buffers* para um tamanho de segmento de
177 1000 m na RSC-287,

178 Na segunda etapa analisamos a correlação entre as variáveis preditoras nas suas
179 melhores escalas, para cada tamanho de segmento, através da matriz de correlação de Pearson
180 com a função *rcorr* do pacote *Hmisc* (Harrell 2007) do software R (R Core Team 2020).
181 Nenhum par de variáveis apresentou correlação maior que 0,7, portanto nenhuma variável foi
182 excluída.

183 Na terceira etapa, competimos modelos com diferentes combinações das variáveis
184 preditoras na sua melhor escala (primeira etapa) em relação aos atropelamentos, para cada
185 tamanho de segmento, utilizando a mesma abordagem analítica e critérios de seleção adotados
186 anteriormente (MS4). Na análise dos modelos, selecionamos os modelos finais através do
187 critério de AIC e realizamos a ponderação dos modelos (função *model-avg* pacote *MuMIn*
188 (Barton 2020) no R (R Core Team 2020), sempre que mais de um modelo foi plausível (delta
189 AIC <2 e < que o modelo nulo) com o intuito de verificar a importância de cada uma das
190 variáveis (Burham e Anderson 2002).

191 **Resultados**

192 Utilizamos 114 registros de atropelamentos de *Coendou* sp. para a rodovia RSC-287,
193 dos quais 57 originados do monitoramento sistemático e 57 dos dados de limpeza da pista. A
194 análise da escala de efeito excluiu a variável de cruzamento de rodovias (*cross*) para todas as
195 extensões de segmento. No total analisamos 11 variáveis preditoras das fatalidades de ouriços,
196 cada uma na sua melhor escala em cada tamanho de segmento.

197 Para os segmentos de 1000 m, os modelos ponderados apresentaram as variáveis *hidro*,
198 *FFlor*, *FPlant*, *agro* e *água* das quais *FFlor*, *agro* e *água* apresentaram relação significativa e
199 positiva com atropelamentos de ouriços (Fig.3; MS5).

200 Para os segmentos de 1500 m, as variáveis selecionadas no modelo foram *FPlant*,
 201 *FFlor*, *FnFlor*, *ANVeg*, *água* e *agro*, das quais Formação não Florestal (*FnFlor*) e Floresta
 202 Plantada (*FPlant*), apresentaram relação negativa e significativa, enquanto Formações
 203 Florestais (*FFlor*) apresentaram relação positiva (Fig.3; MS6).

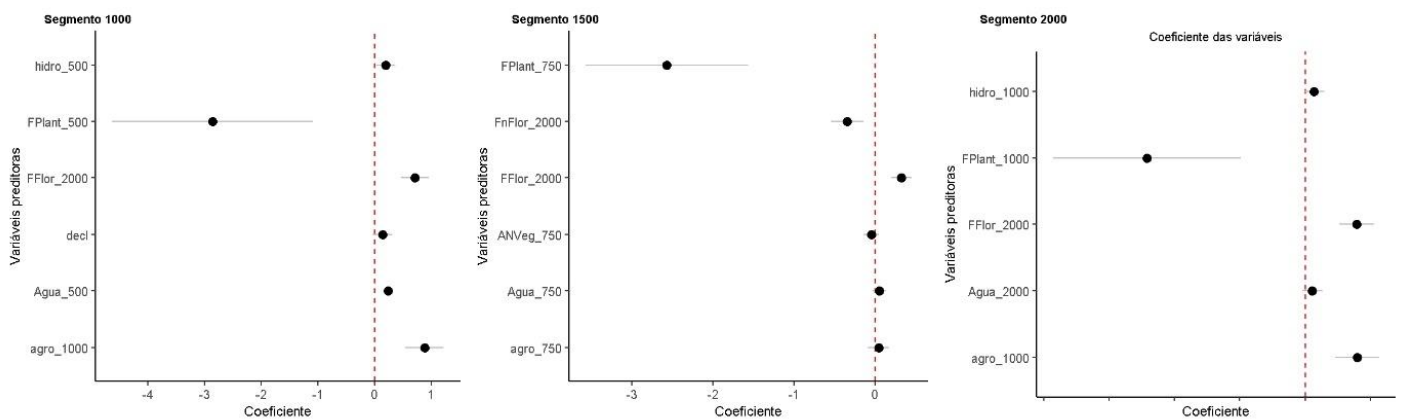


Figura 2. Coeficientes e erros (barras cinzas) dos modelos ponderados das variáveis predictoras associadas às fatalidades de ouriço nos diferentes tamanhos de segmento da rodovia RSC-287.

204 Quando utilizamos segmentos de 2000 m, as variáveis apresentadas pelos modelos
 205 ponderados foram *FPlant*, *hidro*, *FFlor*, *agua* e *agro*, das quais apenas *FFlor* e *agro*
 206 apresentaram associação significativa e positiva com as fatalidades de ouriço, (Fig.3; MS7).
 207 Em síntese, a variável Formação Florestal foi importante, independentemente do tamanho de
 208 segmento.

209 **Discussão**

210 Nossos resultados mostram a importância de uma abordagem multiescala não somente
 211 nas variáveis predictoras, mas também na variável resposta. Algumas associações de variáveis
 212 só foram aparentes em algumas escalas enquanto outras foram comuns a todos os tamanhos de
 213 segmento. Os padrões espaciais e os processos relacionados são dependentes de uma escala de
 214 observação (Wu et al. 2000), embora a maioria dos estudos de padrões espaciais utilizem apenas
 215 escala de efeito para analisar as variáveis predictoras, a escolha da escala de observação segue

216 sendo definida com base em conhecimentos prévios. No entanto, esse método pode gerar
217 inconsistências visto que a escala de observação pode não corresponder à escala relevante na
218 qual estão atuando os processos ecológicos de interesse (Wu et al. 2000). A percepção dos
219 diferentes padrões espaciais da paisagem depende da escala observada. Por exemplo, a
220 composição da paisagem pode mudar de acordo com o tamanho de manchas, bordas e
221 corredores. Assim sendo, análises com uma única escala ou com a escala incoerente com o
222 objeto de estudo podem esconder aspectos estruturais importantes da paisagem (Li e Wu 2007).
223 Não encontramos estudos que exploraram abordagens multiescala também para a variável
224 dependente (tamanho da unidade amostral) no contexto de modelos explanatórios de fatalidades
225 de fauna em rodovias, apenas para a detecção de padrões espaciais das fatalidades (Teixeira et
226 al. 2013). Mesmo abordagens multiescala para detecção da escala de efeito de variáveis
227 explanatórias e sua associação com as fatalidades de fauna ainda são incomuns (Grilo et al.
228 2016; Markwith et al. 2020)

229 Como esperado, evidenciamos no nosso estudo que a cobertura de formações florestais
230 é a variável preditora mais importante que influencia os atropelamentos de ouriços na RSC-
231 287, independente da escala de observação analisada, já que se mostrou significativa nos três
232 tamanhos de segmento analisados. A cobertura de florestas é determinante da ocorrência e
233 abundância de arborícolas (Lancaster et al. 2011) e está relacionada à conectividade da
234 paisagem para este grupo (Bueno et al. 2015), duas condições importantes para a ocorrência de
235 atropelamentos.

236 Além das formações florestais, outras variáveis preditoras apresentaram associação com
237 os atropelamentos. Diferentemente do esperado, a cobertura de corpos d'água (*água*) mostrou
238 uma relação positiva com as fatalidades de ouriços em dois dos tamanhos de segmento (1000m
239 e 2000m). A associação positiva com a presença de água pode, na verdade, estar sendo
240 ocasionada pela vegetação ripária presente nessas coberturas florestais, sendo utilizada como

241 corredor pelos ouriços. A classificação de cobertura de uso do solo utilizada nesse trabalho
242 pode estar considerando a vegetação ripária como parte da classificação dos corpos d'água. Do
243 mesmo modo, a associação positiva da classe agropecuária pode estar relacionada com a
244 vegetação adjacente à rodovia nesses ambientes. Em áreas com uso da terra para pastagem e
245 agricultura é necessário preservar uma extensão determinada da mata adjacente à rodovia, o
246 que propicia a formação de faixas de vegetação ao longo da rodovia, as quais poderiam estar
247 sendo utilizadas como corredores ou até habitat pelos ouriços.

248 Uma das preocupações em estudos com múltiplas unidades amostrais com zero eventos,
249 como é o nosso caso, é como isso pode afetar a detecção de associações com variáveis
250 explanatórias (Zuur et al. 2009). Nós adotamos duas abordagens diferentes para lidar com esse
251 possível problema. A primeira delas explorando modelos com distribuição Quasipoisson e
252 modelos de *Zero Inflated Poisson*. A outra adotando diferentes tamanhos de unidades amostrais
253 (tamanho de grão). As duas abordagens resultaram em associações bastante consistentes entre
254 variáveis predictoras e as fatalidades de ouriços.

255 A relativa consistência obtida nos modelos explanatórios resultantes deste estudo
256 oferece alguma segurança para o seu uso na predição de locais de maior risco de fatalidades em
257 rodovias para as quais não existem dados de fatalidades, como por exemplo, em rodovias a
258 serem construídas ou pavimentadas. A implantação de medidas de mitigação de fatalidades é
259 muito mais barata e por isso mais fácil de negociar politicamente quando proposta em fases de
260 planejamento de intervenções construtivas como as exemplificadas do que na fase de
261 regularização de passivos ambientais em rodovias já em operação. A transferência de modelos
262 explanatórios para predição de segmentos de risco de colisão em contextos como esses
263 anteriormente descritos poucas vezes foi explorada analiticamente (Barrientos e de Dios
264 Miranda 2012) e desconhecemos situações em que tenha sido aplicada em um empreendimento.
265 Esperamos que nossos modelos possam ser testados e validados em rodovias para as quais

266 existem dados de fatalidades, promovendo o uso dessa abordagem para o planejamento da
267 mitigação de fatalidades de ouriços em rodovias.

268 **Referências**

269

270 DE ABREU, T.C.L., DA ROSA, C.A.; AXIMOFF,I.; PASSAMANI, M. (2017). New record of
271 feeding behavior by the porcupine *Coendou spinosus* (F. Cuvier, 1823) in high-
272 altitude grassland of the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalia*, 81(5), 523-526,

273 AQUINO, O, A. G. H. E., NKOMO, S. L. (2021). Spatio-Temporal Patterns and Consequences of
274 Road Kills: A Review. *Animals* 2021, 11, 799,

275 ASCENSÃO, F., CLEVINGER, A., SANTOS-REIS, M., URBANO, P., JACKSON, N. (2013). Wildlife–
276 vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model
277 approach. *Ecological Modelling*, 257, 36-43,

278 ASENSIO, N., MURILLO-CHACON, E., SCHAFFNER, C. M., AURELI, F. (2017). The effect of
279 roads on spider monkeys’ home range and mobility in a heterogeneous regenerating
280 forest. *Biotropica*, 49(4), 546-554,

281 BARRIENTOS, R., DE DIOS MIRANDA, J. (2012). Can we explain regional abundance and road-
282 kill patterns with variables derived from local-scale road-kill models? Evaluating
283 transferability with the European polecat. *Diversity and distributions*, 18(7), 635-647,

284 BARTON, K. (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1,43,17, Version
285 1:18,

286 BOSTON, K (2016). The potential effects of forest roads on the environment and mitigating
287 their impacts. *Current Forestry Reports*, 2(4), 215-222,

288 BRENNAN, J.M., BENDER, D.J., CONTRERAS, T.A., FAHRIG, L (2002). Focal patch landscape
289 studies for wildlife management: optimizing sampling effort across scales. In:
290 Integrating Landscape Ecology Into Natural Resource Management (eds Liu, J. &
291 Taylor, W.W.). *Cambridge University Press*, Cambridge, USA, pp. 68–91,

292 BUENO, C., SOUSA, C. O. M., FREITAS, S. R. (2015). Habitat or matrix: which is more relevant
293 to predict road-kill of vertebrates?. *Brazilian Journal of Biology*, 75, 228-238,

294 BURHAM, D., ANDERSON. K. 2002, Model selection and multi-model inference. Model

295 Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach,
296 Second Edition. 2nd edition. *Springer*.

297 CALDARA, V., LEITE, Y. L. (2012). Geographic variation in hairy dwarf porcupines of
298 Coendou from eastern Brazil (Mammalia: Erethizontidae). *Zoologia (Curitiba)*, 29(4),
299 318-336,

300 CHIARELLO, A. G., PASSAMANI, M., ZORTÉA, M. (1997). Field observations on the thin-spined
301 porcupine, *Chaetomys subspinosus* (Rodentia; Echimyidae). *Mammalia* 61:29–36,

302 CURRAN, K., CRUMLISH, J., FISHER, G. (2020). OpenStreetMap. *International Journal of*
303 *Interactive Communication Systems and Technologies (IJICST)*.

304 DE KNEGT, H. J., VAN LANGEVELDE, F. V., COUGHENOUR, M. B., SKIDMORE, A. K., DE BOER,
305 W. F., HEITKÖNIG, I. M. A., PRINS, H. H. T. (2010). Spatial autocorrelation and the
306 scaling of species–environment relationships. *Ecology*, 91(8), 2455-2465,

307 DE MORISSON VALERIANO, M., DE FÁTIMA ROSSETTI, D., DE ALBUQUERQUE, P. C. G. (2017).
308 TOPODATA: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados
309 geomorfométricos locais em cobertura nacional. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de*
310 *Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30, INPE*. p. 5499-5506.

311 EMPRESA GAÚCHA DE RODOVIAS. Disponível em <<https://www.egr.rs.gov.br>>. Acesso em
312 Agosto, 2021.

313 FAHRIG, L., RYTWINSKI, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review
314 and synthesis. *Ecology and society*, 14(1).

315 FORMAN, R. T., ALEXANDER, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual*
316 *review of ecology and systematics*, 29(1), 207-231,

317 GOLDINGAY, R. L., TAYLOR, B. D. (2009). Gliding performance and its relevance to gap
318 crossing by the squirrel glider (*Petaurus norfolcensis*). *Australian Journal of*
319 *Zoology*, 57(2), 99-104,

320 GONZÁLEZ-SUÁREZ, M., ZANCHETTA FERREIRA, F., GRILO, C. (2018). Spatial and species-

321 level predictions of road mortality risk using trait data. *Global Ecology and*
322 *Biogeography*, 27(9), 1093-1105,

323 GRAY, J. (2008). Quantum GIS: the open-source geographic information system. *Linux*
324 *Journal*, 2008(172), 8,

325 GRILO, C., DE RESENDE CARDOSO, T., SOLAR, R., BAGER, A. (2016). Do the size and shape of
326 spatial units jeopardize the road mortality-risk factors estimates? *Natureza &*
327 *Conservação*, 14(1), 8-13,

328 HARRELL, F. E., DUPONT, M.C. (2007). The hmisc package. *R package version*, 3(3).

329 HESSELBARTH, M. H., SCIAINI, M., WITH, K.A. WIEGAND, K. NOWOSAD, J. (2019).
330 landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography*,
331 42(10), 1648-1657,

332 HOLLAND, J. D., BERT, D.G., FAHRIG, L. (2004). Determining the spatial scale of species'
333 response to habitat. *Bioscience*, 54(3), 227-233,

334 HUGHES, W.E., SAREMI, R., PANIATI, J. (1996). Vehicle-animal crashes: an increasing safety
335 problem. *ITE journal*, 66, 24-29,

336 HUIJSER, M. P., DUFFIELD, J. W., CLEVINGER, A. P., AMENT, R. J., MCGOWEN, P. T. (2009).
337 Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large
338 ungulates in the United States and Canada: a decision support tool. *Ecology and*
339 *Society*, 14(2).

340 JACKSON, N. D., FAHRIG, L. (2011). Relative effects of road mortality and decreased
341 connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, 144(12), 3143-
342 3148,

343 JACKSON, H. B., FAHRIG, L. (2012). What size is a biologically relevant
344 landscape?. *Landscape ecology*, 27(7), 929-941.

345 JACKSON, H. B., FAHRIG, L. (2015). Are ecologists conducting research at the optimal
346 scale?.

347 LANCASTER, M. L., TAYLOR, A. C., COOPER, S. J., CARTHEW, S. M. (2011). Limited ecological
348 connectivity of an arboreal marsupial across a forest/plantation landscape despite
349 apparent resilience to fragmentation. *Molecular Ecology*, 20(11), 2258-2271,

350 LEITE, Y. L., JÚNIOR, V. C., LOSS, A. N. A. C., COSTA, L. P., MELO, E. R., GADELHA, J. R.,
351 PONTES, A. R. M. (2011). Designation of a neotype for the Brazilian porcupine,
352 *Coendou prehensilis* (Linnaeus, 1758). *Zootaxa*, 2791(1), 30-40,

353 LI, H., WU, J. (2007). Landscape pattern analysis: key issues and challenges. In *Key topics in*
354 *landscape ecology* (pp. 39-61). Cambridge University Press.

355 MARCHAND, P., GAREL, M., BOURGOIN, G., DUPARC, A., DUBRAY, D., MAILLARD, D., LOISON,
356 A. (2017). Combining familiarity and landscape features helps break down the barriers
357 between movements and home ranges in a non-territorial large herbivore. *Journal of*
358 *Animal Ecology*, 86(2), 371-383,

359 MARKWITH, S. H., EVANS, A. H., DA CUNHA, V. P., DE SOUZA, J. C. (2020). Scale, rank and
360 model selection in evaluations of land cover influence on wildlife–vehicle
361 collisions. *Wildlife Research*, 47(1), 44-54,

362 MORAGA, A. D., MARTIN, A. E., FAHRIG, L. (2019). The scale of effect of landscape context
363 varies with the species' response variable measured. *Landscape Ecology*, 34(4), 703-
364 715,

365 PASSAMANI, M. (2010). Use of space and activity pattern of *Sphiggurus villosus* (F. Cuvier,
366 1823) from Brazil (Rodentia: Erethizontidae). *Mammalian Biology*, 75(5), 455-458,

367 R CORE TEEAM. (2020). R: A Language and Environment for Statistical Computing.
368 <<https://www.r-project.org/>>.

369 RUSSELL, T. C., HERBERT, C. A., KOHEN, J. L., COOPER, D. (2013). The incidence of road-
370 killed possums in the Ku-ring-gai area of Sydney. *Australian Journal of*
371 *Zoology*, 61(1), 87-94,

372 RYTWINSKI, T., FAHRIG, L. (2015). The impacts of roads and traffic on terrestrial animal

373 populations. *Handbook of road ecology*, 237-246,

374 SANDEL, B. (2015). Towards a taxonomy of spatial scale-dependence. *Ecography*, 38(4), 358-

375 369,

376 SEILER, A. (2004). Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden.

377 *Wildlife Biology*, 10(1), 301-313,

378 SEILER, A., HELLDIN, J.O. (2006). Mortality in wildlife due to transportation. In *The ecology*

379 *of transportation: Managing mobility for the environment* (pp. 165-189). Springer,

380 Dordrecht.

381 SOANES, K., LOBO, M. C., VESK, P. A., MCCARTHY, M. A., MOORE, J. L., VAN DER REE, R.

382 (2013). Movement re-established but not restored: inferring the effectiveness of road-

383 crossing mitigation for a gliding mammal by monitoring use. *Biological*

384 *Conservation*, 159, 434-441,

385 SOANES, K., VAN DER REE, R. (2015). Reducing road impacts on tree-dwelling

386 animals. *Handbook of road ecology*, 334-340,

387 SOUZA, C. M., Z SHIMBO, J., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., A ALENCAR, A., RUDORFF, B. F.,

388 AZEVEDO, T. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes

389 in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, 12(17),

390 2735,

391 SRBEK-ARAUJO, A. C., ALVARENGA, A. D. C., BERTOLDI, A. T. (2018). Do we underestimate

392 the impact of roads on arboreal animals? Roadkill as an important threat to *Chaetomys*

393 *subspinosus* (Mammalia: Rodentia). *Biota Neotropica*, 18,

394 TAAFFE, E. J., MORRILL, R. L., GOULD, P. R. (1973). Transport expansion in underdeveloped

395 countries: a comparative analysis. In *Transport and development* (pp. 32-49).

396 Palgrave, London.

397 TAYLOR, A. C., WALKER, F. M., GOLDINGAY, R. L., BALL, T., VAN DER REE, R. (2011).

398 Degree of landscape fragmentation influences genetic isolation among populations of

399 a gliding mammal. *PLoS One*, 6(10), e26651,

- 400 TAYLOR, B. D., GOLDINGAY, R. L. (2012A). Restoring connectivity in landscapes fragmented
401 by major roads: a case study using wooden poles as “stepping stones” for gliding
402 mammals. *Restoration Ecology*, 20(6), 671-678,
- 403 TAYLOR, B. D., GOLDINGAY, R. L. (2012B). Facilitated movement over major roads is required
404 to minimize extinction risk in an urban metapopulation of a gliding mammal. *Wildlife
405 Research*, 39(8), 685-695,
- 406 TEIXEIRA, F. Z., COELHO, I. P., ESPERANDIO, I. B., DA ROSA OLIVEIRA, N., PETER, F. P.,
407 DORNELLES, S. S., KINDEL, A. (2013). Are road-kill hotspots coincident among
408 different vertebrate groups?. *Oecologia Australis*, 17(1), 36-47,
- 409 THORNTON, D. H., BRANCH, L. C., SUNQUIST, M. E. (2011). The influence of landscape,
410 patch, and within-patch factors on species presence and abundance: a review of focal
411 patch studies. *Landscape Ecology*, 26(1), 7-18,
- 412 VAN DER REE, R., CESARINI, S., SUNNUCKS, P., MOORE, J. L., TAYLOR, A. (2010). Large gaps
413 in canopy reduce road crossing by a gliding mammal. *Ecology and Society*, 15(4).
- 414 VAUGHAN, T.A., RYAN, J.M., CZAPLEWSKI, N. (2000). *Mammalogy*. Saunders College
415 Publishing, Texas.
- 416 VOSS, R. S. (2011). Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia: Erethizontidae) 3,
417 An annotated checklist of the species of Coendou Lacépède, 1799, *American Museum
418 Novitates*, 2011(3720), 1-36,
- 419 VOSS, R. S., HUBBARD, C., JANSA, S. A. (2013). Phylogenetic relationships of New World
420 porcupines (Rodentia, Erethizontidae): implications for taxonomy, morphological
421 evolution, and biogeography. *American Museum Novitates*, 2013(3769), 1-36,
- 422 WILSON, R. F., MARSH, H., WINTER, J. (2007). Importance of canopy connectivity for home
423 range and movements of the rainforest arboreal ringtail possum (*Hemibelideus
424 lemuroides*). *Wildlife Research*, 34(3), 177-184,
- 425 ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N. J., SAVELIEV, A. A., SMITH, G. M. (2009). *Mixed*

Considerações finais

As abordagens multiescala para as variáveis preditoras são amplamente utilizadas nas análises de características da paisagem na influência das fatalidades em rodovias. Não explorar diferentes escalas nas variáveis respostas pode também influenciar na resposta dos atropelamentos, visto que o tamanho amostral varia conforme a escala da variável dependente. As descobertas desse estudo mostram quais variáveis preditoras são importantes e quais escalas são fundamentais de serem levadas em consideração no contexto de ouriços e rodovias.

Os estudos acerca dos fatores que influenciam os atropelamentos dos ouriços podem auxiliar na compreensão do contexto da paisagem para outros animais com hábitos parecidos. Por serem especialistas, dependente de floresta e que eventualmente descem ao chão, aumentando assim o risco de colisão com um veículo, podem servir de modelo para entender os fatores que podem influenciar arborícolas aos atropelamentos. Com isso, um banco de dados mais robusto de atropelamentos de *Coendou* sp. pode ajudar a entender melhor os efeitos da escala na variável resposta, visto que com uma maior quantidade de registros, escalas ainda maiores poderiam ser analisadas e os modelos podem apresentar melhores ajustes. Com registros das fatalidades da espécie para outras regiões é possível fazer uma generalização a respeito da relação entre os atropelamentos e as características de paisagem para o grupo.

Além disso, visto que sabemos que a Formação Florestal é importante para a espécie, explorar outras associações da paisagem como distância de uma mancha de floresta nativa ou a proporção de vegetação na faixa contígua à rodovia, podem trazer explicações mais robustas sobre a presença de atropelamentos de ouriços em regiões sem a conectividade das árvores.

Por fim, analisar essas associações em diferentes escalas para todas as variáveis é importante para identificar os locais de risco para o grupo e posterior implementação de estruturas mitigadoras. Esperamos que a abordagem apresentada aqui possa trazer novas ideias

a respeito das análises sobre a relação da paisagem com as rodovias e que possa levar subsídios para facilitar a inclusão de medidas mitigadoras em áreas sem registros prévios de fatalidades.

Material suplementar



Figura MS1: Espécimes de *Coendou* sp. encontrados durante o monitoramento. A, B, C indivíduos diferentes e suas variações. D – Carcaça degradada e marcação do número identificador.

Tabela MS2: Comparação entre um mesmo GLM com os três tipos de abordagem: distribuição de Poisson (p), *Zero-inflated* Poisson (zi) e distribuição Quasipoisson(q) para o tamanho de 1000m de segmento. β – estimate; SE – erro padrão

Variável	p_β	p_SE	q_β	q_SE	zi_β	zi_SE
FFlor_2000	0,757101	0,236378	0,757101	0,242142	0,745854	0,248456
FPlant_500	-2,93875	1,669086	-2,93875	1,709785	-2,97156	1,707686
Agro_1000	0,809017	0,366182	0,809017	0,375111	0,789015	0,389203
NVeg_2000	0,009573	0,030577	0,009573	0,031322	0,009243	0,032481

Tabela MS3, Parâmetros dos modelos construídos para a Escala de Efeito das variáveis preditoras.

Segmento 1000m

Variável	buffers	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt
	1000m	2	364,9805	0,0000	0,3250
	500m	2	365,4334	0,4528	0,2591
agro	1500m	2	366,3207	1,3402	0,1663
	nulo	1	366,5491	1,5686	0,1483
	2000m	2	367,3128	2,3323	0,1013
	nulo	1	366,5491	0,0000	0,3524
	500m	2	367,8448	1,2957	0,1844
agua	1500m	2	367,9867	1,4375	0,1718
	1000m	2	368,1691	1,6199	0,1568
	2000m	2	368,4741	1,9249	0,1346
	nulo	1	366,5491	0,0000	0,3590
	2000m	2	367,3565	0,8073	0,2398
ANVeg	500m	2	368,4416	1,8924	0,1394
	1500m	2	368,5542	2,0050	0,1317
	1000m	2	368,5792	2,0301	0,1301
	nulo	1	366,5491	0,0000	0,3061
	2000m	2	366,9439	0,3947	0,2513
cross	1500m	2	367,3425	0,7933	0,2059
	1000m	2	368,3198	1,7706	0,1263
	500m	2	368,5863	2,0372	0,1105
	2000m	2	365,9676	0,0000	0,3009
	nulo	1	366,5491	0,5816	0,2250
Fflor	1500m	2	366,5813	0,6137	0,2214
	1000m	2	367,6269	1,6593	0,1313
	500m	2	367,7831	1,8156	0,1214
	1000m	2	352,0190	0,0000	0,4696
FnFlor	2000m	2	352,7942	0,7752	0,3187
	1500m	2	354,8583	2,8392	0,1135

	500m	2	355,1557	3,1367	0,0979
	nulo	1	366,5491	14,5301	0,0003
	1000m	2	332,6998	0,0000	0,7535
	1500m	2	335,4413	2,7415	0,1913
FPlant	2000m	2	338,8832	6,1834	0,0342
	500m	2	339,8622	7,1624	0,0210
	nulo	1	366,5491	33,8493	0,0000
	500m	2	362,3444	0,0000	0,5227
	1500m	2	364,8176	2,4732	0,1518
hidro	2000m	2	364,8178	2,4734	0,1518
	1000m	2	365,4635	3,1191	0,1099
	nulo	1	366,5491	4,2047	0,0639
<i>Segmento 1500m</i>					
Variável	buffers	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt
	750m	2	304,0268	0,0000	0,3668
	1000m	2	304,8506	0,8239	0,2429
agro	1500m	2	305,8946	1,8678	0,1441
	nulo	1	306,0869	2,0601	0,1309
	2000m	2	306,3429	2,3161	0,1152
	nulo	1	306,0869	0,0000	0,3455
	750m	2	307,0964	1,0095	0,2085
agua	1000m	2	307,5402	1,4534	0,1670
	2000m	2	307,6866	1,5997	0,1553
	1500m	2	308,1411	2,0542	0,1237
	nulo	1	306,0869	0,0000	0,3504
	750m	2	307,2630	1,1761	0,1946
ANVeg	1000m	2	307,5332	1,4464	0,1700
	2000m	2	307,6433	1,5564	0,1609
	1500m	2	308,1621	2,0753	0,1241
cross	nulo	1	306,0869	0,0000	0,3148

	2000m	2	306,3684	0,2816	0,2734
	1500m	2	307,3707	1,2839	0,1656
	750m	2	307,7899	1,7030	0,1343
	1000m	2	308,1563	2,0694	0,1118
	2000m	2	305,8262	0,0000	0,2519
FFlor	nulo	1	306,0869	0,2606	0,2211
	1500m	2	306,1409	0,3147	0,2152
	1000m	2	306,5840	0,7578	0,1725
	750m	2	307,0121	1,1859	0,1392
	2000m	2	291,1748	0,0000	0,3330
FnFlor	1500m	2	291,4577	0,2829	0,2891
	750m	2	292,0253	0,8505	0,2177
	1000m	2	292,6397	1,4649	0,1601
	nulo	1	306,0869	14,9120	0,0002
	750m	2	274,1643	0,0000	0,5925
FPlant	1000m	2	276,3222	2,1579	0,2014
	1500m	2	277,4970	3,3328	0,1119
	2000m	2	277,8417	3,6774	0,0942
	nulo	1	306,0869	31,9226	0,0000
	1500m	2	302,1534	0,0000	0,5380
hidro	1000m	2	303,4571	1,3038	0,2803
	2000m	2	306,0790	3,9257	0,0756
	nulo	1	306,0869	3,9335	0,0753
	750m	2	307,8757	5,7223	0,0308

Segmento 2000m

Variável	buffers	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt
	1000m	2	260,3207	0	0,3836
agro	1500m	2	261,3067	0,9860	0,2343
	nulo	1	261,5309	1,2101	0,2095

	2000m	2	261,9188	1,5981	0,1725
	nulo	1	261,5309	0,0000	0,4321
agua	2000m	2	262,7608	1,2299	0,2336
	1000m	2	263,3615	1,8306	0,1730
	1500m	2	263,5031	1,9723	0,1612
	nulo	1	261,5309	0,0000	0,4177
ANVeg	2000m	2	262,4931	0,9622	0,2582
	1000m	2	263,2600	1,7291	0,1760
	1500m	2	263,6042	2,0733	0,1481
	2000m	2	261,5225	0,0000	0,3365
cross	nulo	1	261,5309	0,0084	0,3351
	1500m	2	262,9216	1,3991	0,1672
	1000m	2	262,9942	1,4717	0,1612
	2000m	2	261,2730	0,0000	0,2935
FFlor	nulo	1	261,5309	0,2578	0,2580
	1500m	2	261,5879	0,3149	0,2507
	1000m	2	262,0622	0,7892	0,1978
	1500m	2	245,9517	0,0000	0,4579
FnFlor	2000m	2	246,2323	0,2805	0,3980
	1000m	2	248,2676	2,3159	0,1439
	nulo	1	261,5309	15,5791	0,0002
	1000m	2	228,0078	0,0000	0,4845
FPlant	1500m	2	228,4192	0,4113	0,3944
	2000m	2	230,7810	2,7732	0,1211
	nulo	1	261,5309	33,5231	0,0000
	1000m	2	255,5774	0,0000	0,7350
hidro	1500m	2	259,2976	3,7202	0,1144
	2000m	2	259,3195	3,7420	0,1132
	nulo	1	261,5309	5,9534	0,0375

Tabela MS4: Tabela com todos os GLMs construídos para a competição dos modelos para o tamanho de 1000m. Os mesmos modelos foram utilizados para os demais tamanhos de segmento, mudando apenas o buffer das variáveis.

Parâmetros AIC				
Nome	Tipo	K	AICc	Delta_AICc
modelo 18	Nevents ~ aglom+ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000+ agua_5000	6	220,10991	0
modelo 16	Nevents ~ sinuos + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000+ agua_5000	8	221,45334	1,3434342
modelo 14	Nevents ~ aglom+ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agua_5000	7	221,98874	1,8788319
modelo 15	Nevents ~ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000+ agua_5000	8	222,0658	1,9558903
modelo 19	Nevents ~ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + agro_1000+ agua_5000	9	222,39874	2,2888329
modelo 3	Nevents ~ decl+ hidro_500 + FForm_2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	9	222,95057	2,8406615
modelo 10	Nevents ~ aglom + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + Nveg_2000 + agua_5000	6	223,41706	3,3071559
modelo 5	Nevents ~ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	8	224,0298	3,9198887
modelo 20	Nevents ~ sinuos + decl + aglom + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + agro_1000+ agua_5000	5	224,14358	4,0336757
modelo 17	Nevents ~ decl + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000+ agua_5000	8	224,20097	4,0910669
modelo 2	Nevents ~ aglom + decl+ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	9	224,27068	4,160769
modelo 12	Nevents ~ sinuos + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agua_5000	7	224,67158	4,5616743
modelo 25	Nevents ~ hidro_500 + FPlant_500 + Nveg_2000 + agua_5000	7	224,91817	4,8082591
modelo 11	Nevents ~ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agua_5000	7	224,95372	4,8438103
modelo 13	Nevents ~ decl + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agua_5000	7	225,06663	4,956722
modelo 29	Nevents ~ hidro_500 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000+ agua_5000	5	225,33221	5,2223012
modelo 7	Nevents ~ sinuos + decl + aglom + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + Nveg_2000 + agua_5000	8	225,57436	5,4644516
modelo 8	Nevents ~ sinuos + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + Nveg_2000 + agua_5000	8	225,75106	5,6411558
modelo 23	Nevents ~ hidro_500 + FPlant_500 + agro_1000 + agua_5000	5	225,89502	5,7851112
modelo 4	Nevents ~ aglom + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	9	226,17016	6,0602494
modelo 32	Nevents ~ FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000	8	226,38806	6,2781479
modelo 21	Nevents ~ hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + agua_5000	4	226,41986	6,3099576
modelo 1	Nevents ~ sinuos + aglom + decl+ hidro_500 + FFlor_2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	11	226,60299	6,4930785
modelo 9	Nevents ~ decl + hidro_500 + FFlor__2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + Nveg_2000 + agua_5000	8	226,76845	6,6585387
modelo 26	Nevents ~ FFlor_2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	7	226,92933	6,8194182

modelo 27	Nevents ~ hidro_500 + FFlor_2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000	7	227,98261	7,8727069
modelo 28	Nevents ~ hidro_500 + FFlor_2000 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000 + agua_5000	7	228,1449	8,0349919
modelo 24	Nevents ~ hidro_500 + FFlor_2000 + FPlant_500 + fNFlor_2000 + agua_5000	5	228,16737	8,0574606
modelo 22	Nevents ~ hidro_500 + FPlant_500 + agua_5000	5	228,54171	8,4318062
modelo 6	Nevents ~ sinuos + decl + aglom + hidro_500	10	229,57451	9,4646054
modelo 30	Nevents ~ hidro_500 + FFlor_2000 + agro_1000 + agua_5000	5	230,85868	10,748773
modelo 31	Nevents ~ sinuos + decl + aglom+ hidro_500 + FFlor_2000 + agro_1000 + agua_5000	8	233,16409	13,05418
modelo 33	Nevents ~ sinuos + decl + aglom+ Nevents ~ FPlant_500 + fNFlor_2000 + agro_1000 + Nveg_2000	5	244,68596	24,576055
nulo	Nevents ~ 1	1	246,54164	26,431738

Tabela MS5: Coeficientes dos modelos ponderados das variáveis preditoras e fatalidades de ouriço em segmentos de 1000m na rodovia RSC 287, β – estimate; SE – erro padrão.

Parâmetros em negrito apresentam significância de $p > 0,01$,

Variável	β	SE	Adjusted SE	z value	Pr(> z)
Intercept	-2,20695	0,643669	0,64901	3,4	0,000673
agro_1000	0,874145	0,340373	0,343002	2,549	0,010818
Agua_500	0,229328	0,084067	0,084749	2,706	0,006811
decl	0,139077	0,173932	0,174566	0,797	0,425625
FFlor_2000	0,703644	0,245512	0,247424	2,844	0,004457
FPlant_500	-2,86576	1,759359	1,773986	1,615	0,106216
hidro_500	0,192986	0,166355	0,167064	1,155	0,248022
sinuos	0,062744	0,10806	0,10844	0,579	0,562855
ANVeg_2000	0,002856	0,013289	0,013355	0,214	0,830653

Tabela MS6: Coeficientes dos modelos ponderados das variáveis preditoras e fatalidades de ouriço em segmentos de 1500m na rodovia RSC 287, β – estimate; SE – erro padrão. Parâmetros em negrito apresentam significância de $p > 0,01$,

Variável	β	SE	Adjusted SE	z value	Pr(> z)
Intercept	-0,80352	0,36395	0,368553	2,18	0,0292

FPlant_750	-2,56653	0,993038	1,005575	2,552	0,0107
FFlor_2000	0,325431	0,127038	0,128169	2,539	0,0111
FnFlor_2000	-0,34054	0,19628	0,198342	1,717	0,086
ANVeg_750	-0,04402	0,092826	0,093361	0,472	0,6373
Agua_750	0,057408	0,082612	0,083048	0,691	0,4894
Agro_750	0,046748	0,131182	0,131787	0,355	0,7228
hidro_1500	0,016161	0,053308	0,053676	0,301	0,7633
aglom	-0,00881	0,04559	0,045963	0,192	0,848
decl	-0,01423	0,055992	0,056437	0,252	0,801

Tabela MS7: Coeficientes dos modelos ponderados das variáveis predictoras e fatalidades de ouriço em segmentos de 2000m na rodovia RSC 287, β – estimate; SE – erro padrão.

Parâmetros em negrito apresentam significância de $p > 0,01$,

Variável	β	SE	Adjusted SE	z value	Pr(> z)
Intercept	-1,234	0,5249	0,5338	2,311	0,02081
Agro_1000	0,7959	0,3323	0,3377	2,357	0,01842
Agua_2000	0,111	0,1514	0,1526	0,728	0,46682
FPlant_1000	-2,4225	1,4122	1,4362	1,687	0,09164
FFlor_2000	0,7896	0,26	0,264	2,991	0,00278
hidro_1000	0,1364	0,1542	0,1553	0,878	0,3798

Tabela MS8, Parâmetros dos modelos ponderados com delta AIC < 2 para o tamanho de 1000m.

modelo	(Intercept)	aglom	agro	Agua	ANVeg	decl	FFlor	FnFlor	FPlant	hidro	sinuos	df	AICc	delta	weight
439	-2,17231	X	0,859743	0,231376	X	0,275555	0,63434	X	-2,7682	0,270553	X	7	219,2486	0	0,046564
935	-2,23708	X	0,831183	0,240138	X	X	0,697155	X	-2,94061	0,255748	0,185951	7	219,901	0,652438	0,033603

423	-2,14517	X	0,726875	0,232711	X	X	0,731802	X	-2,82223	0,240612	X	6	220,1099	0,861296	0,030271
951	-2,22433	X	0,909715	0,236868	X	0,219822	0,617782	X	-2,83937	0,274958	0,147308	8	220,2	0,951386	0,028937
447	-2,30946	X	1,087201	0,249426	0,028275	0,297986	0,7287	X	-2,7017	0,272136	X	8	220,7267	1,478098	0,022238
183	-2,18342	X	0,925165	0,202953	X	0,233396	0,735286	X	-2,93217	X	X	6	220,884	1,635427	0,020555
679	-2,25486	X	0,917272	0,213963	X	X	0,791217	X	-3,09644	X	0,173429	6	221,0378	1,789178	0,019034
167	-2,16791	X	0,817923	0,208646	X	X	0,819977	X	-2,97145	X	X	5	221,0482	1,799542	0,018936

Tabela MS9, Parâmetros dos modelos ponderados com delta AIC < 2 para o tamanho de 1500m.

modelo	(Intercept)	aglom	agro	Agua	ANVeg	decl	FFlor	FnFlor	FPlant	hidro	sinuos	df	AICc	delta	weight
225	-0,80116	X	X	X	X	X	0,273581	-0,3695	-2,5925	X	X	4	263,9391	0	0,0324112
233	-0,80665	X	X	X	-0,1564	X	0,281338	-0,3525	-2,61128	X	X	5	263,9427	0,003604	0,0323529
229	-0,80537	X	X	0,119465	X	X	0,305971	-0,38025	-2,57069	X	X	5	264,1722	0,233134	0,028845
237	-0,80841	X	X	0,112396	-0,14966	X	0,311693	-0,36373	-2,5839	X	X	6	264,4381	0,498978	0,0252548
231	-0,81513	X	0,241523	0,141207	X	X	0,449617	-0,30131	-2,49706	X	X	6	264,8337	0,894599	0,0207222
481	-0,76305	X	X	X	X	X	0,251723	-0,35908	-2,45289	0,098548	X	5	265,0664	1,127344	0,0184457
485	-0,77027	X	X	0,125487	X	X	0,283533	-0,36918	-2,43538	0,107709	X	6	265,1241	1,185051	0,0179211
227	-0,80954	X	0,184363	X	X	X	0,379148	-0,30756	-2,54418	X	X	5	265,164	1,224932	0,0175673
226	-0,80769	-0,10013	X	X	X	X	0,282962	-0,35404	-2,62658	X	X	5	265,3531	1,414005	0,0159826
241	-0,81391	X	X	X	X	-0,09323	0,339915	-0,38331	-2,59961	X	X	5	265,4954	1,556293	0,0148851
167	-0,82967	X	0,376249	0,150606	X	X	0,529619	X	-2,67039	X	X	5	265,5441	1,605062	0,0145265
245	-0,82188	X	X	0,127024	X	-0,10917	0,385714	-0,39697	-2,58129	X	X	6	265,5468	1,607714	0,0145072
249	-0,817	X	X	X	-0,15291	-0,08608	0,342754	-0,36457	-2,61484	X	X	6	265,6249	1,685816	0,0139516
489	-0,77921	X	X	X	-0,14025	X	0,264321	-0,3477	-2,50923	0,071775	X	6	265,6449	1,705812	0,0138128
230	-0,80957	-0,08142	X	0,111434	X	X	0,311648	-0,36709	-2,59732	X	X	6	265,914	1,974952	0,0120737

Tabela MS10, Parâmetros dos modelos ponderados com delta AIC < 2 para o tamanho de 2000m.

modelo	(Intercept)	aglom	agro	Agua	ANVeg	decl	FFlor	FnFlor	FPlant	hidro	sinuos	df	AICc	delta	weight
423	-1,25460	X	0,8443656	0,2446724	X	X	0,849623	X	-2,36240	0,25189	X	6	163,63753	0	0,0420794
419	-1,17021	X	0,6846519	X	X	X	0,6726252	X	-2,29634	0,21000	X	5	163,93644	0,2989154	0,0362377
163	-1,23419	X	0,7788004	X	X	X	0,7590718	X	-2,52686	X	X	4	164,20022	0,5626982	0,0317601
167	-1,29533	X	0,9042587	0,1932729	X	X	0,904316	X	-2,58451	X	X	5	164,81178	1,1742526	0,0233929

Referências Bibliográficas

- DE ABREU, T.C.L., DA ROSA, C.A.; AXIMOFF, I.; PASSAMANI, M. (2017). New record of feeding behavior by the porcupine *Coendou spinosus* (F. Cuvier, 1823) in high-altitude grassland of the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalia*, 81(5), 523-526,
- AQUINO, O, A. G. H. E., NKOMO, S. L. (2021). Spatio-Temporal Patterns and Consequences of Road Kills: A Review. *Animals* 2021, 11, 799,
- ASCENSÃO, F., CLEVENGER, A., SANTOS-REIS, M., URBANO, P., JACKSON, N. (2013). Wildlife–vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model approach. *Ecological Modelling*, 257, 36-43,
- ASCENSÃO, F., LAPOINT, S., VAN DER REE, R. (2015). Roads, traffic and verges: Big problems and big opportunities for small mammals. *Handbook of road ecology*, 325-333,
- ASENSIO, N., MURILLO-CHACON, E., SCHAFFNER, C. M., AURELI, F. (2017). The effect of roads on spider monkeys' home range and mobility in a heterogeneous regenerating forest. *Biotropica*, 49(4), 546-554,
- BARRIENTOS, R., DE DIOS MIRANDA, J. (2012). Can we explain regional abundance and road-kill patterns with variables derived from local-scale road-kill models? Evaluating transferability with the European polecat. *Diversity and distributions*, 18(7), 635-647,
- BARTON, K. (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1,43,17, Version 1:18, BOSTON, K (2016). The potential effects of forest roads on the environment and mitigating their impacts. *Current Forestry Reports*, 2(4), 215-222,
- BRENNAN, J.M., BENDER, D.J., CONTRERAS, T.A., FAHRIG, L (2002). Focal patch landscape studies for wildlife management: optimizing sampling effort across scales. In: Integrating Landscape Ecology Into Natural Resource Management (eds Liu, J. & Taylor, W.W.). *Cambridge University Press*, Cambridge, USA, pp. 68–91,
- BUENO, C., SOUSA, C. O. M., FREITAS, S. R. (2015). Habitat or matrix: which is more relevant

- to predict road-kill of vertebrates?. *Brazilian Journal of Biology*, 75, 228-238,
- BURHAM, D., ANDERSON, K. (2002). Model selection and multi-model inference. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*, Second Edition. 2nd edition. *Springer*.
- CALDARA, V., LEITE, Y. L. (2012). Geographic variation in hairy dwarf porcupines of Coendou from eastern Brazil (Mammalia: Erethizontidae). *Zoologia (Curitiba)*, 29(4), 318-336,
- CHIARELLO, A. G., PASSAMANI, M., ZORTÉA, M. (1997). Field observations on the thin-spined porcupine, *Chaetomys subspinosus* (Rodentia; Echimyidae). *Mammalia* 61:29–36,
- CLARK, B. K., CLARK, B. S., JOHNSON, L. A., HAYNIE, M. T. (2001). Influence of roads on movements of small mammals. *The Southwestern Naturalist*, 338-344,
- CLEMENTS, G. R., LYNAM, A. J., GAVEAU, D., YAP, W. L., LHOTA, S., GOOSEM, M., LAURANCE, W. F. (2014). Where and how are roads endangering mammals in Southeast Asia's forests?. *PloS one*, 9(12), e115376,
- CURRAN, K., CRUMLISH, J., FISHER, G. (2020). OpenStreetMap. *International Journal of Interactive Communication Systems and Technologies (IJICST)*.
- DE KNEGT, H. J., VAN LANGEVELDE, F. V., COUGHENOUR, M. B., SKIDMORE, A. K., DE BOER, W. F., HEITKÖNIG, I. M. A., PRINS, H. H. T. (2010). Spatial autocorrelation and the scaling of species–environment relationships. *Ecology*, 91(8), 2455-2465,
- DE MORISSON VALERIANO, M., DE FÁTIMA ROSSETTI, D., DE ALBUQUERQUE, P. C. G. (2017). TOPODATA: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30*, INPE. p. 5499-5506,
- FAHRIG, L., RYTWINSKI, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and society*, 14(1).
- FORMAN, R. T., ALEXANDER, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual*

- review of ecology and systematics*, 29(1), 207-231,
- GOLDINGAY, R. L., TAYLOR, B. D. (2010). Gliding performance and its relevance to gap crossing by the squirrel glider (*Petaurus norfolcensis*). *Australian Journal of Zoology*, 57(2), 99-104,
- GONZÁLEZ-SUÁREZ, M., ZANCHETTA FERREIRA, F., GRILO, C. (2018). Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data. *Global Ecology and Biogeography*, 27(9), 1093-1105,
- GRAY, J. (2008). Quantum GIS: the open-source geographic information system. *Linux Journal*, 2008(172), 8,
- GRILO, C., DE RESENDE CARDOSO, T., SOLAR, R., BAGER, A. (2016). Do the size and shape of spatial units jeopardize the road mortality-risk factors estimates? *Natureza & Conservação*, 14(1), 8-13,
- HARRELL, F. E., DUPONT, M.C. (2007). The hmisc package. *R package version*, 3(3).
- HESSELBARTH, M. H., SCIAINI, M., WITH, K.A. WIEGAND, K. NOWOSAD, J. (2019). landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography*, 42(10), 1648-1657,
- HOLLAND, J. D., BERT, D.G., FAHRIG, L. (2004). Determining the spatial scale of species' response to habitat. *Bioscience*, 54(3), 227-233,
- HUGHES, W.E., SAREMI, R., PANIATI, J. (1996). Vehicle-animal crashes: an increasing safety problem. *ITE journal*, 66, 24-29,
- HUIJSER, M. P., DUFFIELD, J. W., CLEVINGER, A. P., AMENT, R. J., MCGOWEN, P. T. (2009). Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada: a decision support tool. *Ecology and Society*, 14(2).
- JACKSON, N. D., FAHRIG, L. (2011). Relative effects of road mortality and decreased

- connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, 144(12), 3143-3148,
- JACKSON, H. B., FAHRIG, L. (2012). What size is a biologically relevant landscape?. *Landscape ecology*, 27(7), 929-941.
- LANCASTER, M. L., TAYLOR, A. C., COOPER, S. J., CARTHEW, S. M. (2011). Limited ecological connectivity of an arboreal marsupial across a forest/plantation landscape despite apparent resilience to fragmentation. *Molecular Ecology*, 20(11), 2258-2271,
- LEITE, Y. L., JÚNIOR, V. C., LOSS, A. N. A. C., COSTA, L. P., MELO, E. R., GADELHA, J. R., PONTES, A. R. M. (2011). Designation of a neotype for the Brazilian porcupine, *Coendou prehensilis* (Linnaeus, 1758). *Zootaxa*, 2791(1), 30-40,
- LI, H., WU, J. (2007). Landscape pattern analysis: key issues and challenges. In *Key topics in landscape ecology* (pp. 39-61). Cambridge University Press.
- MARCHAND, P., GAREL, M., BOURGOIN, G., DUPARC, A., DUBRAY, D., MAILLARD, D., LOISON, A. (2017). Combining familiarity and landscape features helps break down the barriers between movements and home ranges in a non-territorial large herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 86(2), 371-383,
- MARKWITH, S. H., EVANS, A. H., DA CUNHA, V. P., DE SOUZA, J. C. (2020). Scale, rank and model selection in evaluations of land cover influence on wildlife–vehicle collisions. *Wildlife Research*, 47(1), 44-54,
- MORAGA, A. D., MARTIN, A. E., FAHRIG, L. (2019). The scale of effect of landscape context varies with the species' response variable measured. *Landscape Ecology*, 34(4), 703-715,
- OXLEY, D. J., FENTON, M. B., CARMODY, G. R. (1974). The effects of roads on populations of small mammals. *Journal of Applied Ecology*, 51-59,
- PASSAMANI, M. (2010). Use of space and activity pattern of *Sphiggurus villosus* (F. Cuvier, 1823) from Brazil (Rodentia: Erethizontidae). *Mammalian Biology*, 75(5), 455-458,

- R CORE TEAM. (2020). R: A Language and Environment for Statistical Computing.
<<https://www.r-project.org/>>.
- RICHARDSON, J. H., SHORE, R. F., TREWEEK, J. R., LARKIN, S. B. C. (1997). Are major roads a barrier to small mammals? *Journal of Zoology*, 243(4), 840–846, <https://doi.org/10.1111/J.1469-7998.1997.TB01982.X>
- RUSSELL, T. C., HERBERT, C. A., KOHEN, J. L., COOPER, D. (2013). The incidence of road-killed possums in the Ku-ring-gai area of Sydney. *Australian Journal of Zoology*, 61(1), 87-94,
- RYTWINSKI, T., FAHRIG, L. (2015). The impacts of roads and traffic on terrestrial animal populations. *Handbook of road ecology*, 237-246,
- SANDEL, B. (2015). Towards a taxonomy of spatial scale-dependence. *Ecography*, 38(4), 358-369,
- SEILER, A. (2004). Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. *Wildlife Biology*, 10(1), 301-313,
- SEILER, A., HELLDIN, J.O. (2006). Mortality in wildlife due to transportation. In *The ecology of transportation: Managing mobility for the environment* (pp. 165-189). Springer, Dordrecht.
- SOANES, K., LOBO, M. C., VESK, P. A., MCCARTHY, M. A., MOORE, J. L., VAN DER REE, R. (2013). Movement re-established but not restored: inferring the effectiveness of road-crossing mitigation for a gliding mammal by monitoring use. *Biological Conservation*, 159, 434-441,
- SOANES, K., VAN DER REE, R. (2015). Reducing road impacts on tree-dwelling animals. *Handbook of road ecology*, 334-340,
- SOUZA, C. M., Z SHIMBO, J., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., A ALENCAR, A., RUDORFF, B. F.,

- AZEVEDO, T. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, 12(17), 2735,
- SRBEK-ARAUJO, A. C., ALVARENGA, A. D. C., BERTOLDI, A. T. (2018). Do we underestimate the impact of roads on arboreal animals? Roadkill as an important threat to *Chaetomys subspinosus* (Mammalia: Rodentia). *Biota Neotropica*, 18,
- TAAFFE, E. J., MORRILL, R. L., GOULD, P. R. (1973). Transport expansion in underdeveloped countries: a comparative analysis. In *Transport and development* (pp. 32-49). Palgrave, London.
- TAYLOR, A. C., WALKER, F. M., GOLDINGAY, R. L., BALL, T., VAN DER REE, R. (2011). Degree of landscape fragmentation influences genetic isolation among populations of a gliding mammal. *PLoS One*, 6(10), e26651,
- TAYLOR, B. D., GOLDINGAY, R. L. (2012A). Restoring connectivity in landscapes fragmented by major roads: a case study using wooden poles as “stepping stones” for gliding mammals. *Restoration Ecology*, 20(6), 671-678,
- TAYLOR, B. D., GOLDINGAY, R. L. (2012B). Facilitated movement over major roads is required to minimize extinction risk in an urban metapopulation of a gliding mammal. *Wildlife Research*, 39(8), 685-695,
- TEIXEIRA, F. Z., COELHO, I. P., ESPERANDIO, I. B., DA ROSA OLIVEIRA, N., PETER, F. P., DORNELLES, S. S., KINDEL, A. (2013). Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups?. *Oecologia Australis*, 17(1), 36-47,
- THORNTON, D. H., BRANCH, L. C., SUNQUIST, M. E. (2011). The influence of landscape, patch, and within-patch factors on species presence and abundance: a review of focal patch studies. *Landscape Ecology*, 26(1), 7-18,
- VAN DER REE, R., CESARINI, S., SUNNUCKS, P., MOORE, J. L., TAYLOR, A. (2010). Large gaps in canopy reduce road crossing by a gliding mammal. *Ecology and Society*, 15(4).
- VAUGHAN, T.A., RYAN, J.M., CZAPLEWSKI, N. (2000). *Mammalogy*. Saunders College

Publishing, Texas.

VOSS, R. S. (2011). Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia: Erethizontidae) 3,

An annotated checklist of the species of Coendou Lacépède, 1799, *American Museum Novitates*, 2011(3720), 1-36,

VOSS, R. S., HUBBARD, C., JANSA, S. A. (2013). Phylogenetic relationships of New World

porcupines (Rodentia, Erethizontidae): implications for taxonomy, morphological evolution, and biogeography. *American Museum Novitates*, 2013(3769), 1-36,

WILSON, R. F., MARSH, H., WINTER, J. (2007). Importance of canopy connectivity for home

range and movements of the rainforest arboreal ringtail possum (*Hemibelideus lemuroides*). *Wildlife Research*, 34(3), 177-184,

ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N. J., SAVELIEV, A. A., SMITH, G. M. (2009). *Mixed*

effects models and extensions in ecology with R (Vol. 574). New York: Springer.