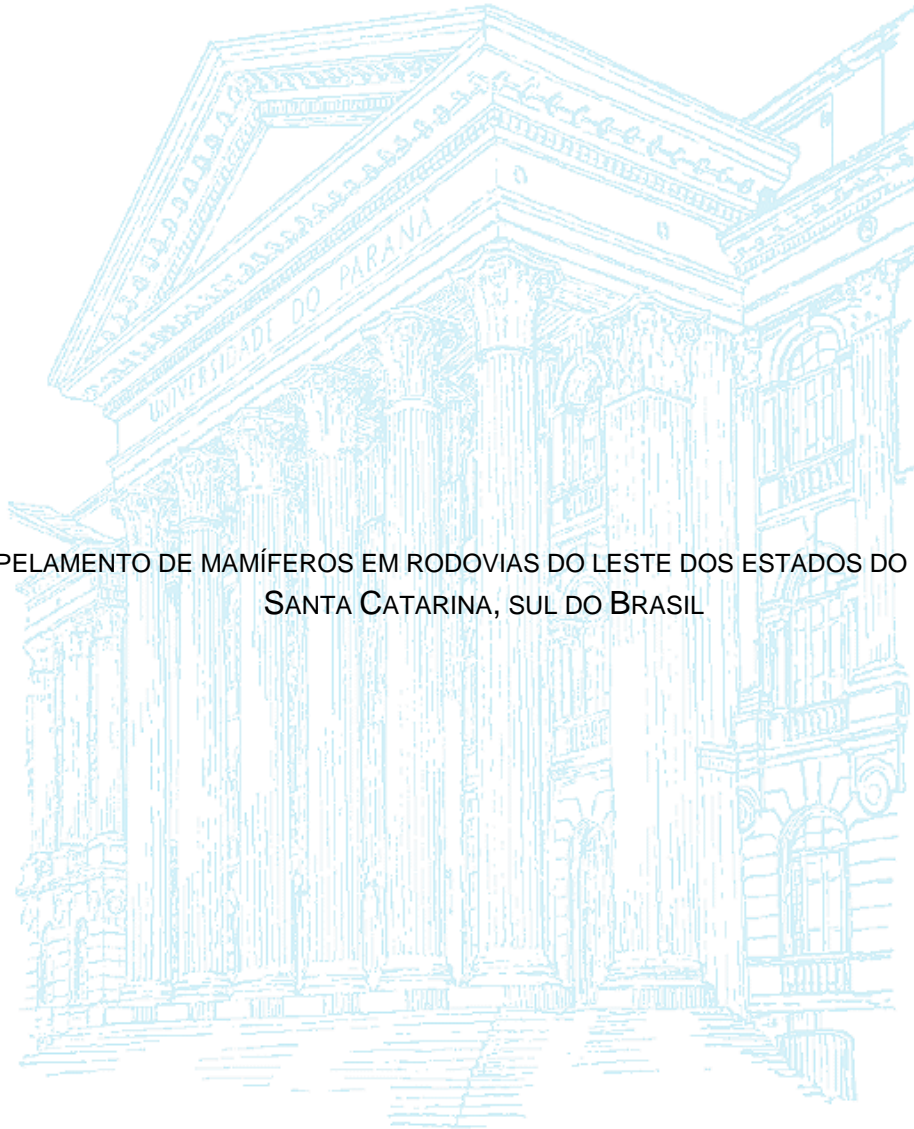


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSIAS ALAN REZINI

ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS EM RODOVIAS DO LESTE DOS ESTADOS DO PARANÁ E  
SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL



CURITIBA  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSIAS ALAN REZINI

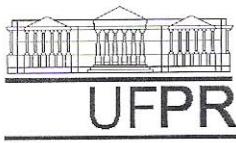
ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS EM RODOVIAS DO LESTE DOS ESTADOS DO PARANÁ E  
SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Fernando de Camargo Passos

CURITIBA

2010



Ministério da Educação e Desporto  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

## PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Josias Alan Rezini** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão do candidato.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 25 de fevereiro de 2010.

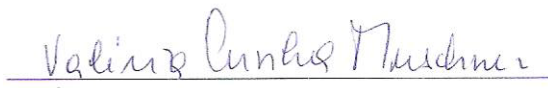
BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos  
Orientador e Presidente

  
Prof. Dr. Alex Bager  
Membro

  
Prof. Dr. Emygdio L.A. Monteiro  
Membro

VISTO:

  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Valéria Cunha Muschner  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

*" ...and you learn to build all your roads on today  
because tomorrow's ground is too uncertain for plans..."*

Veronica Shoffstall

Esta obra é dedicada às vítimas do descaso, da  
prepotência e do antropocentrismo.

## AGRADECIMENTOS

Sou grato ao professor Fernando C. Passos por me acolher no seu laboratório e se dispor a ser meu orientador.

À professora Valéria C. Muschner por resolver tantos percalços ocorridos e coordenar de forma primorosa o Programa de Pós Graduação.

Ao Alcides R. Rinaldi, pessoa que conquistou minha admiração, pela amizade e por grandes discussões a respeito dos mais improváveis assuntos e também pelo auxílio na identificação das espécies.

À Thais R. da Costa pela disposição e vontade verdadeira de ajudar a qualquer momento.

Ao Peterson T. Leivas pelo companheirismo e amizade durante esses dois anos.

Aos companheiros do Mestrado Danieli, Juliana, Janaina, Izabela, Ricardo, Renato, Leandro, Marcos, Max pela força mútua trocada e parceria no RU.

Ao professor James J. Roper e Fernanda Michalski pelas sugestões na fase inicial do projeto.

Ao professor Maurício Moura por toda a atenção prestada na fase de análise de dados.

Ao João M. D. Miranda pela amizade, acolhida, auxílio e conhecimento compartilhado.

Ao Lucas M. Aguiar e João E. Brito por proporcionar a existência de um ambiente com diversidade de pensamentos e idéias.

Aos companheiros de laboratório pelo convívio agradável e estímulo ao trabalho: Diego R. Bilski, Kauê C. Abreu, José E. Silva Pereira, Rodrigo F. Moro Rios, João E. Brito, Itiberê P. Bernardi, Pollyana P. Costa, Gabriela Ludwig, Céline Hequet, Fernando G. Barriento, Viviane Mottin, Amanda L. Andrade.

À Nathalia Y. K. Oliveira, Luana C. Munster e Marcelo Rubio pela oportunidade de aprender um pouco sobre morcegos.

Glauco U. Kohler, homem de caráter firme, pelas discussões e reflexões sobre assuntos diversos, entre eles, política, valores morais e natureza humana.

Às pessoas do Laboratório de Taxidermia – FURB: Aline, Clenitanara, Arthur e principalmente Elisabete Rechenberg pela confiança em permitir meu acesso, sem restrições, ao laboratório; e Gabriela Mette pelo auxílio na árdua tarefa de conferência das minhas planilhas com os livros de tombo.

Aos Ornitólogos Marcos R. Bornschein, Glauco U. Kohler, Gregory Tom e Silva, Carlos E. Zimmermann pela identificação de espécimes de aves atropeladas de um projeto paralelo.

À Maira Gonçalves, Breno Maestri e Mario do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT); e, Adão Marcos França e Reginaldo Porath do Deinfra-SC, por cederem os dados sobre o volume de veículos nas rodovias amostradas.

À Tathiana Bagatini do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pelo apoio institucional e pessoal/moral a esse trabalho.

Ao Rodrigo A. Begotti e Giordano Ciochetti por me ensinarem as bases do ArcGIS.

Ao Felipe Luiz Braghirolli pela aula sobre o ENVI.

À Aline D. da Silva por todo apoio e amizade desde antes do mestrado.

À Marli e Valéria R., queridas secretárias do PPGECO, que me ajudaram com tanta burocracia.

Ao Alex Bager, Emygdio L. A. Monteiro Filho e João M. D. Miranda pelas sugestões valiosas que contribuíram muito nesse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da Bolsa do Programa REUNI.

A alguém do Oriente Médio que não conheço por tornar possível o acesso a algumas referências cujo acesso é dificultado para pesquisadores austrais.

À minha querida professora Zelinda M. B. Hirano por me acompanhar desde a graduação e pela possibilidade de viver a Academia de forma diferente da convencional, enxergando suas diversas facetas.

Ao professor Lauro E. Bacca, por me doar um pouco de seu “sangue verde”, que para sempre influenciará meus trabalhos e atitudes diárias.

Aos meus avós por me apoiarem e torcerem por mim.

À minha família por me permitirem sonhar, arriscar e realizar.

À Mirele e Juliana pela revisão do abstract.

À Juliana e Zulmira por sempre valorizarem minha formação.

Ao meu grande amigo Luki por me ensinar, na prática, sobre mutualismo.

À Jeise por abrir mão da minha presença, por não aproveitar finais de semana e férias do modo que devem ser aproveitados e por fazer com que eu continuasse em frente nos momentos mais difíceis.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
Área de estudo .....	6
Coleta de dados de atropelamentos .....	10
Obtenção de dados da paisagem .....	11
Análise de dados .....	12
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
Implicações conservacionistas e sugestões de mitigação .....	32
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudo com as classes de cobertura da terra e os trechos das rodovias amostradas. Sigla para os estados brasileiros: PR (Paraná), SC (Santa Catarina), RS (Rio Grande do Sul).....	9
<b>Figura 2.</b> Registros de mamíferos atropelados nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486. Linha central dentro da caixa indica a média de registros por percurso amostrado; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos; “o” indica valor discrepante.....	14
<b>Figura 3:</b> Curvas de rarefação com intervalo de confiança de 95% para as rodovias: a) BR-101/BR-376 norte-sul; b) BR-101/BR-376 sul-norte; c) BR-470; d) SC-486.....	15
<b>Figura 4.</b> Registros de mamíferos cujo tempo de atropelamento era inferior a um dia nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486. Linha central dentro da caixa indica a média de registros por percurso amostrado; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos.	16
<b>Figura 5.</b> Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia SC-486.....	19
<b>Figura 6.</b> Relação entre as métricas da paisagem e atropelamentos na SC-486. a) Relação entre o número de registros de atropelamentos <i>Didelphis albiventris</i> e o primeiro eixo da análise de componentes principais ( $y=2.26+1.19x$ ); b) Relação entre o número de registros de mamíferos atropelados (exceto <i>Didelphis albiventris</i> ) e o primeiro eixo da análise de componentes principais ( $y=0.70+0.67x$ ). .....	20
<b>Figura 7.</b> Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia BR-470 .....	21
<b>Figura 8.</b> Relação entre as métricas da paisagem e atropelamentos na BR-470. a) Relação entre o número de registros de atropelamentos <i>Didelphis albiventris</i> e o segundo eixo da análise de componentes principais ( $y=1.35+1.14x$ ); b) Relação entre o número de registros de mamíferos atropelados (exceto <i>Didelphis albiventris</i> ) e o segundo eixo da análise de componentes principais ( $y=1.48-1.34x$ ).	21
<b>Figura 9.</b> Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia BR-101/BR-376 .....	22

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Total de registros (n) em cada rodovia, contribuição de cada espécie no número total de registros (%) e valor do índice de Dominância de Simpson.....	14
<b>Tabela 2.</b> Número de registros recentes (n), número de registros recentes por trecho de 100km (n/100km) e massa estimada dos mamíferos com atropelamentos recentes nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486.....	17
<b>Tabela 3.</b> Variação mensal do número de registros de mamíferos atropelados nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486 entre a segunda quinzena de junho de 2008 e a primeira quinzena de junho de 2009.....	18
<b>Tabela 4.</b> Composição da paisagem de acordo com as classes de uso da terra, para cada rodovia, considerando-se um raio de 2km ao largo das rodovias .....	18
<b>Tabela 5.</b> Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia SC-486, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).....	34
<b>Tabela 6.</b> Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia BR-470, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).....	34
<b>Tabela 7.</b> Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia BR-101/BR-376, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).....	35

## RESUMO

Apesar de ser considerada uma das principais causas de morte não natural de vertebrados, apenas recentemente os atropelamentos têm sido alvo de estudos no Brasil. Realizamos um levantamento de mamíferos de médio e grande porte atropelados em três rodovias no leste dos Estados do Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil (SC-486, BR-470 e BR-101/BR-376), totalizando um percurso de 423 quilômetros. Calculamos o número de atropelamentos para cada 100km percorridos e estimamos a massa dos animais atropelados. Caracterizamos a distribuição temporal e analisamos a relação dos atropelamentos com o uso da terra e fragmentação florestal. Por fim, sugerimos locais potenciais para a mitigação dos atropelamentos. O percurso foi amostrado quatro vezes a cada mês no período de um ano, resultando em 393 registros de atropelamentos, distribuídos em 16 espécies. As espécies com mais registros foram *Didelphis albiventris* (56,2%), *Didelphis aurita* (10,4%) e *Cerdocyon thous* (10,2%). A estimativa do número de atropelamentos - obtida somente com registros de menos de um dia - foi de 0,8 (BR-101/BR-376 norte-sul), 0,71 (BR-101/BR-376 sul-norte), 2,34 (BR-470) e 2,54 registros/100km (SC-486). Não houve diferenças expressivas entre as estações, sendo significativa apenas para *Didelphis albiventris* entre primavera e verão e primavera e outono. Para a avaliação dos atropelamentos em relação ao uso da terra e fragmentação florestal, *Didelphis albiventris* foi analisado à parte dos demais mamíferos. A ocorrência de atropelamentos relacionou-se com áreas predominantemente agrícolas com poucos e fragmentados remanescentes florestais. Áreas urbanizadas relacionaram-se com atropelamentos de *Didelphis albiventris* e inversamente com os demais mamíferos.

**Palavras-chave:** atropelamento, ecologia de estradas, mamíferos, mortalidade.

## ABSTRACT

Only recently roadkills have been the target of studies in Brazil, although it has been considered a major cause of unnatural death of vertebrates. We conducted a survey of medium and large-sized mammals killed by vehicle collisions on three highways in the eastern States of Paraná and Santa Catarina, southern Brazil (SC-486, BR-470 and BR-101/BR-376), totaling a route of 423 Km. We calculated the number of collisions for 100km traveled and we also estimated the mass of roadkilled animals. We characterized the temporal distribution and we analyzed the relationship of roadkills with the land use and the forest fragmentation. Eventually, we suggest potential sites for the mitigation of roadkills. The route was sampled four times each month over a year resulting in 393 records of roadkill mammals, which were distributed in 16 species. The species with highest records were *Didelphis albiventris* (56.2%), *Didelphis aurita* (10.4%) and *Cerdocyon thous* (10.2%). The estimated numbers of roadkills - obtained only with records of less than a day - was 0.8 (BR-101/BR-376 north-south), 0.71 (BR-101/BR-376 south-north), 2.34 (BR-470) and 2.54 records/100km (SC-486). There were not significant differences among the seasons, only to *Didelphis albiventris* comparing spring and summer and spring and autumn. For the evaluation of roadkills in relation to land use and forest fragmentation, *Didelphis albiventris* was analyzed separately from other mammals. The occurrence of roadkills was related predominantly to agricultural areas with few and fragmented forest remnants. Urbanized areas were related to roadkills of *Didelphis albiventris* and inversely related with the other mammals.

**Keywords:** roadkill, road ecology, mammals, mortality.

## INTRODUÇÃO

As estradas alteram a paisagem causando impactos diversos sobre os meios biótico e abiótico, podendo interferir na dinâmica do ecossistema (Coffin 2007; Forman & Alexander 1998; Spellerberg 1998; Trombulak & Frissell 2000). De forma indireta as estradas podem causar alterações no ambiente pela facilitação do acesso humano a novas áreas, estimulando as atividades como caça e extração madeireira, agricultura e pecuária (Fearnside 1990). Diretamente o impacto das estradas inicia-se já na fase de construção, havendo perda e alteração de habitat e da biota. Durante o funcionamento da estrada, um dos impactos diretos mais perceptíveis é a mortalidade de animais por choque com automóveis.

Em algumas regiões o atropelamento provavelmente já ultrapassou a caça como principal causa direta de mortalidade de vertebrados pelo homem (Forman & Alexander 1998), pois não seleciona suas vítimas. Entre os mamíferos que tem o atropelamento como sua principal causa de morte estão o alce (*Alces alces*) no Alasca (Bangs et al. 1989), a lontra (*Lutra lutra*) (Hauer et al. 2002) e a doninha (*Mustela putorius*) na Europa (Barrientos & Bolonio 2009; Birks 1997; Blandford 1987).

O aumento dos atropelamentos parece estar relacionado com a velocidade dos automóveis na rodovia (Barrientos & Bolonio 2009; Clevenger et al. 2003; Seiler 2005). Em geral o número de atropelamentos também aumenta com o volume de tráfego (Clevenger et al. 2003; van Langevelde & Jaarsma 2004). Entretanto, o alto volume de tráfego pode desencorajar a travessia de algumas espécies, como texugos (*Meles meles*) (Clarke et al. 1998) e ursos pretos (*Ursus americanus*) (Brody & Pelton 1989). No caso do

ouriço europeu (*Erinaceus europaeus*), a largura da estrada faz com que a travessia seja evitada (Rondinini & Doncaster 2002).

Entre os animais que evitam cruzar estradas estão e antilocapros americanos (*Antilocapra americana*) (Bruns 1977) e também os pumas (*Puma concolor*) (van Dyke et al. 1986) - apesar de esta espécie apresentar alta incidência de atropelamentos (Beier & Barrett 1993). Coiotes (*Canis latrans*) e lincos (*Lynx rufus*), apesar de atravessarem as estradas, raramente fazem isto para reproduzirem-se tornando populações diferenciadas geneticamente, pois o fluxo gênico é muito pequeno (Riley et al. 2006). A subdivisão de populações em grupos pequenos e a desconexão do fluxo gênico entre esses grupos e a população fonte podem levar à extinção local (Johnson & Collinge 2004).

Por outro lado, as rodovias também podem atrair algumas espécies. Urubus (*Coragyps atratus* e *Cathartes aura*) estabelecem suas áreas de vida em locais com alta densidade de estradas (Coleman & Fraser 1989). Atraídos por outros animais atropelados, tornam-se vítimas também. Tais observações são registradas desde as primeiras décadas do século passado (Sprunt 1937). Além de aves necrófagas, insetos e mamíferos também são atraídos por carcaças de animais atropelados (Antworth et al. 2005). Grãos, insetos, sal e plantas nas margens das rodovias também atraem vertebrados (Finnis 1960; Forman & Alexander 1998; Hodson 1960) e, conseqüentemente, seus predadores para perto das estradas (Barrientos & Bolonio 2009).

A construção de estradas provoca profundas mudanças na paisagem, dividindo o habitat em fragmentos menores, podendo reduzir o tamanho populacional de espécies com pouca habilidade de se deslocar entre os fragmentos (Wilcox & Murphy 1985).

A fragmentação altera as características físicas adjacentes à estrada como luz, vento, umidade, temperatura. As novas condições da borda podem se estender por grandes distâncias para dentro do habitat, alterando a estrutura e dinâmica das comunidades bióticas (Goosem 2000). A influência dos efeitos é maior próximo a borda e diminui com o aumento da distância (Murcia 1995; Wolf & Batzli 2002). Sob influência de estradas, os efeitos de borda podem variar de acordo com o tamanho, tipo e densidade local das mesmas e com o tráfego e suas variáveis (Forman & Deblinger 2000; Goosem 2002).

Animais naturalmente de interior evitam a borda enquanto espécies com habilidade para colonizar ambientes alterados e com alta capacidade de dispersão são atraídas. (Andrews 1990). Assim, a borda tende a ser dominada por poucas espécies comuns (Johnson et al. 1979) e agir como barreira para dispersão para outras espécies (Yahner 1988). Alguns pequenos mamíferos relutam em atravessar fragmentos florestais divididos por estradas (Burnett 1992; Goosem 2001; Oxley et al. 1974; Richardson et al. 1997). Mamíferos de médio e grande porte como cervídeos (*Odocoileus hemionus* e *Cervus canadensis*; Rost & Bailey 1979), lobos (*Canis lupus*; Mech 1989; Thiel 1985) e ursos (*Ursus arctos*; McLellan & Shackleton 1988), apesar de atravessarem, tendem a evitar áreas próximas às estradas.

O processo de fragmentação, ao dividir o habitat em pequenas manchas, faz com que os indivíduos se desloquem por uma matriz alterada para alcançar outro fragmento (Bender & Fahrig 2005; Bowers & Matter 1997; Laurance et al. 2008; Lomolino & Perault 2001; Pires et al. 2002). Assim, esperamos que em paisagens com alta fragmentação

florestal, o movimento dos animais entre as manchas deve aumentar a probabilidade de cruzarem estradas e serem atropelados.

Estudos relacionados a atropelamento de fauna são recentes no Brasil e a maioria encontra-se publicado apenas na forma de resumos em eventos científicos e apresenta somente listas de animais atropelados (Bager et al. 2007). Trabalhos em periódicos envolvem diversos grupos de vertebrados (Coelho et al. 2008; Hengemüle & Cademartori 2008; Melo & Santos-Filho 2007; Turci & Bernarde 2009), herpetofauna (Silva et al. 2007) e mamíferos (Cherem et al. 2007; Vieira 1996; Zaleski et al. 2009). Alguns relacionam sazonalidade e aspectos da paisagem (Coelho et al. 2008; Turci & Bernarde 2009; Zaleski et al. 2009).

Neste trabalho foi quantificado e contextualizado o atropelamento de mamíferos de médio e grande porte em rodovias do leste dos estados do Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil, caracterizando a distribuição temporal, efetuando uma estimativa mínima anual de atropelamentos e analisando a relação dos atropelamentos com o uso da terra e fragmentação florestal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado a leste dos estados do Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil. Esta região está inserida em área de ocorrência da Floresta Atlântica. Das 250 espécies de mamíferos ocorrentes na Floresta Atlântica 55 são endêmicas (Reis et al. 2006). Devido ao alto grau de devastação e fragmentação (Ranta et al. 1998; Ribeiro et al. 2009), é considerada um dos biomas mais ameaçados do planeta (Myers et al. 2000).

Os trechos amostrados nas rodovias SC-486, BR-470 e BR-101 localizam-se no Estado de Santa Catarina e estão totalmente inseridos na Floresta Atlântica em uma fisionomia de floresta ombrófila densa. O trecho amostrado da rodovia BR-376 é contínua à BR-101, porém, recebe nomeação distinta no Estado do Paraná. Na divisa com o Estado de Santa Catarina está em uma fisionomia de floresta ombrófila densa e, após subir a Serra do Mar, em fisionomia de floresta ombrófila mista.

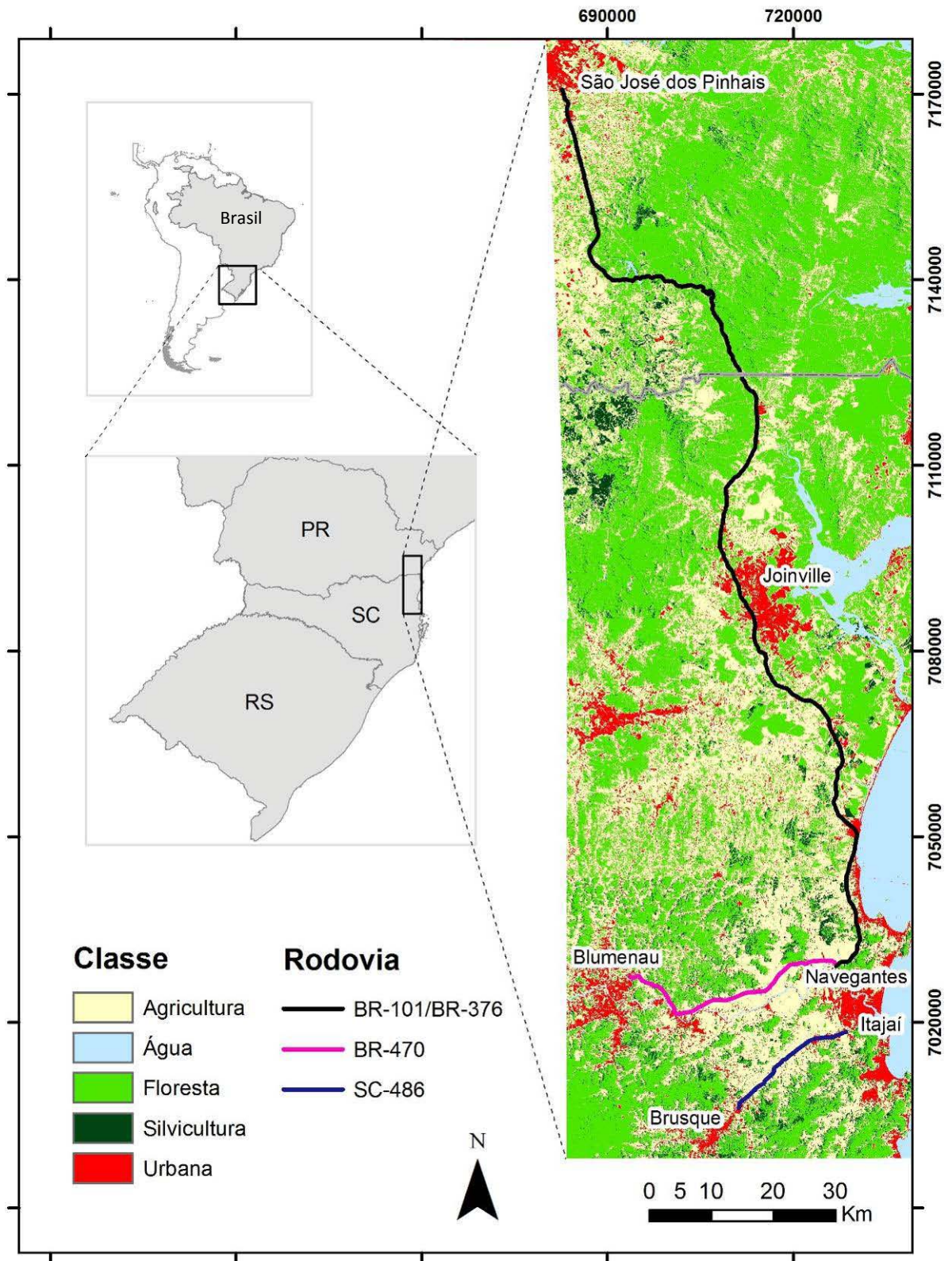
Esses trechos cruzam áreas caracterizadas por uma grande heterogeneidade paisagística. As rodovias BR-470 e SC-486, nos trechos amostrados, são margeadas principalmente por pequenas e médias propriedades agrícolas, onde grande parte da paisagem é caracterizada principalmente por pastagens e plantações de arroz, embora sejam adjacentes a vários fragmentos de floresta nativa; alguns poucos locais com silvicultura e alguns pontos de adensamentos urbanos.

O trecho amostrado nas rodovias BR-101 e BR-376 é o mais heterogêneo paisagisticamente. Cruza grandes fragmentos florestais, principalmente próximo à divisa entre os dois estados e na Serra do Mar, e também grandes adensamentos urbanos. Entretanto, de maneira geral a paisagem próxima à rodovia é caracterizada por pequenos fragmentos florestais imersos em uma matriz com usos múltiplos da terra, principalmente pequenas propriedades agrícolas (Fig.1).

Os dados de volume médio de veículos na rodovia SC-486 foram cedidos pelo Deinfra-SC - Departamento Estadual de Infra-estrutura de Santa Catarina (Porath R., com. pess.) e nas Rodovias BR-470, BR-101 e BR-376 foram cedidos pelo DNIT- Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (Gonçalves M.T., com. pess.; Santos M., com. pess.).

A extensão amostrada na rodovia SC-486 foi de 23 km, entre as cidades de Brusque (SC) e Itajaí (SC). O volume médio diário é de 9600 veículos, sendo 82% leves (carros, motos e similares) e 18% pesados (caminhões e ônibus). Na BR-470, entre Navegantes (SC) e Blumenau (SC), foram amostrados 40Km. O volume médio diário é de 12900 veículos, 83% leves e 17% pesados. Essas duas rodovias apresentam uma faixa de rolagem em cada sentido e velocidade máxima permitida entre 40 e 80 Km/h.

A extensão amostrada das rodovias BR-101 e BR-376 foi de 180Km em cada sentido, entre as cidades de Navegantes (SC) e São José do Pinhais (PR) e vice-versa. Essas rodovias são duplicadas, apresentando em quase toda a extensão duas faixas de rolagem em cada sentido, divididas por uma barreira central de concreto com cerca de 1 m de altura. Em poucos locais (com forte inclinação) a rodovia apresenta três faixas de rolagem em cada sentido. A barreira central é descontínua ou inexistente em alguns trechos onde a pista é separada por um canteiro com gramíneas. Também podem ser observados locais onde a barreira é descontinuada para possibilitar o cruzamento de pedestres e vários locais com aberturas na parte inferior para drenagem da água. Barreiras laterais estão presentes em raros locais. O volume médio diário é de 24000 veículos, 40% leves e 60% pesados. O limite máximo de velocidade varia entre 40 e 110Km/h. As menores velocidades estão associadas a locais próximos a postos da Polícia Rodoviária Federal e praças de pedágio.



**Figura 1.** Área de estudo com as classes de cobertura da terra e os trechos das rodovias amostradas. Sigla para os estados brasileiros: PR (Paraná), SC (Santa Catarina), RS (Rio Grande do Sul).

## Coleta de dados de atropelamentos

As rodovias foram amostradas com o apoio de um automóvel, a velocidade constante de 80 Km/h, no período da manhã. O percurso foi realizado semanalmente, quatro vezes por mês, entre a segunda quinzena de junho de 2008 e a primeira quinzena de junho de 2009.

Foi considerado um percurso completo a passagem pelas quatro rodovias, partindo pela SC-486; seguindo pela BR-101 e BR-376 e retornando por essas duas últimas, já que apresentam duas faixas de rolagem em cada sentido, divididas por uma barreira central; e, finalmente pela BR-470. Pela grande extensão total deste trajeto (423Km), cada percurso foi realizado em dois dias, porém, sempre no período matutino à partir da aurora com término antes do meio-dia. As incursões foram feitas somente em dias em que as condições climáticas eram favoráveis à fácil observação, não sendo realizadas em dias com forte chuva.

Foi registrada a posição geográfica de cada atropelamento com aparelho de GPS. Também foram registrados quais atropelamentos eram recentes (<1 dia). Para isto foram observadas características como tônus e brilho ocular, coagulação sanguínea, coloração dos músculos expostos e odor putrefato.

Foram consideradas apenas as espécies de mamíferos de médio ou grande porte (peso > 1 kg; cf. Fonseca et al. 1996). Apesar de *Didelphis aurita* constar com peso médio menor que 1 Kg na lista de Fonseca et al. (1996), este foi incluído na análise, pois foi observado peso maior em indivíduos adultos coletados neste estudo. Passamani (2000) registrou indivíduos de até 1,9 Kg.

Os indivíduos em alto estado de mutilação foram identificados através de análise microscópica de cutícula e medula de pêlos, de acordo com Quadros & Monteiro-Filho

(2006) e com auxílio de pêlos referência, coletados neste estudo. Espécimes que apresentaram boas condições para taxidermia foram encaminhados à Coleção de Mastozoologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná e Coleção Zoológica da Universidade Regional de Blumenau.

### **Obtenção de dados da paisagem**

Para preparação dos dados referentes à paisagem, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5. Foram utilizados recortes de três cenas para cobrir a área de estudo de modo que em nenhuma parte do percurso houvesse cobertura por nuvens. Todas as imagens utilizadas são do ano de 2009. Com auxílio do programa de sensoriamento remoto ENVI 4.2 (RSI 2005), a paisagem foi classificada em floresta, silvicultura, agricultura (incluindo pastagem), urbana e água, de acordo com a cobertura da terra.

As estradas foram mapeadas com aparelho GPS divididas em trechos de 1km. Em cada trecho foi criado um *buffer* de 2km utilizando o programa ArcMap 9.2 (ESRI 2006), para extração dos dados da paisagem já classificada. Para cada imagem extraída a partir dos *buffers*, foram quantificadas métricas da paisagem utilizando o programa FRAGSTATS 3.3 (McGarigal et al. 2002), sendo a área de cada classe (floresta, silvicultura, agricultura, urbana e água), área média dos fragmentos florestais (AREA\_MN) e índice de proximidade médio entre os fragmentos florestais (PROX\_MN). O índice de proximidade (Gustafson & Parker 1992) considera o tamanho e a proximidade de todos os fragmentos cujas bordas estão dentro de um raio de busca em relação ao fragmento focal. Tem valor igual a zero quando o fragmento focal não possui nenhum outro da mesma classe dentro do raio de busca estabelecido. O índice aumenta com a ocupação de fragmentos da mesma classe e com o aumento da

proximidade e contigüidade destes fragmentos. Neste estudo foi estipulado o raio de busca de 200m. Mesmo o menor mamífero considerado neste estudo (*Didelphis aurita*) possui habilidade para cruzar a matriz entre fragmentos a distâncias maiores que 200m (Pires et al. 2002), sendo essa apenas uma medida de fragmentação do habitat e não de isolamento funcional para as espécies.

### **Análise de dados**

Foi analisada a contribuição de cada espécie no número total de registros e o índice de dominância de Simpson (1949) em cada rodovia. A amplitude varia de 0 (todos os *taxa* são igualmente presentes) a 1 (um *taxa* domina completamente a comunidade). É calculado pela expressão  $D = \sum pi^2$ , onde  $pi$  = proporção de indivíduos da comunidade que pertencem à espécie  $i$ .

Para testar a suficiência amostral, foram geradas curvas de rarefação de espécies por percurso (Mao tau; Colwell et al. 2004) para cada rodovia.

Utilizando-se apenas os dados de animais identificados como atropelados em menos de um dia, foi calculado o número de registros a cada 100 quilômetros amostrados. Com esses dados foi estimada também a perda de massa em cada rodovia, multiplicando o peso médio de cada espécie (cf. Fonseca et al. 1996) pelo número de indivíduos.

As diferenças do número de registros entre as estações foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis (H) e o teste de Student-Newman-Keuls (SNK) para verificar quais estações diferiram entre si. As estações foram determinadas agrupando-se os meses: janeiro, fevereiro e março (verão); abril, maio e junho (outono); julho, agosto e setembro (inverno); e, outubro, novembro e dezembro (primavera). Foram analisadas

separadamente as cinco espécies mais registradas e também conjuntamente todas as espécies.

Para testar a influência do uso da terra e estrutura dos fragmentos florestais nos atropelamentos, os dados das variáveis obtidas pelo FRAGSTATS foram logaritimizadas e aplicada análise de componentes principais e posteriormente regressão linear simples entre estes dados e os registros de atropelamentos em cada trecho, para cada rodovia. Os registros de *Didelphis albiventris* foram testados separadamente das demais espécies por ser adaptado também à ambientes urbanos. Os testes foram realizados nos programas PAST 1.95 (Hammer et al. 2001) e BioEstat (Ayres et al. 2007).

## RESULTADOS

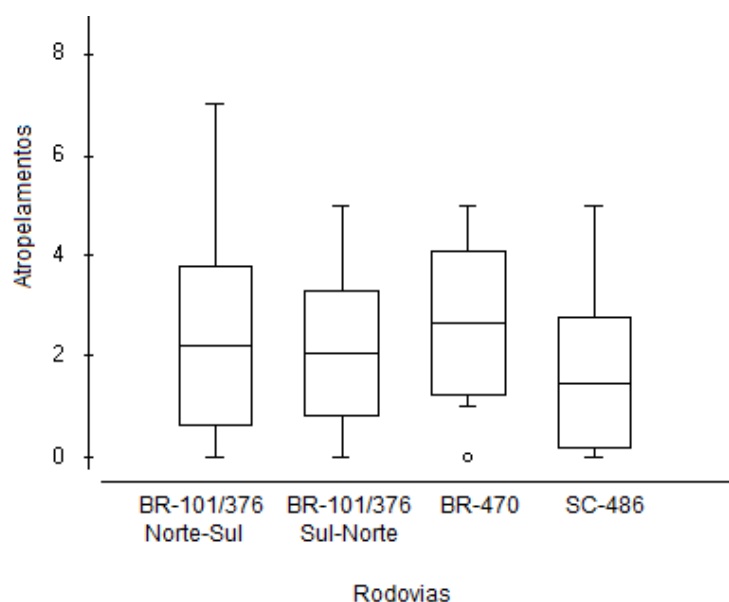
Entre a segunda quinzena de junho de 2008 e a primeira quinzena de junho de 2009 o percurso foi amostrado 48 vezes, totalizando 20304km percorridos. Foram registrados 393 mamíferos de médio ou grande porte, distribuídos em 16 espécies (Tab.1).

O número total de registros por percurso amostrado variou entre três e 16 (média=8,2; d.p.=3,1). As rodovias BR-101/BR-376 apresentaram o maior número de atropelamentos (n=206). No sentido norte-sul foram registrados 107 atropelamentos (média por percurso =2,2; d.p.=1,6) e no sentido sul-norte, 99 (média=2,1; d.p.=1,2). A rodovia BR-470 apresentou 116 atropelamentos (média=2,4; d.p.=1,9) e a rodovia SC-486 apresentou 71 atropelamentos (média=1,5; d.p.=1,3) (Fig.2). Nas rodovias BR-101/BR-376 no sentido norte-sul foram registradas 16 espécies e no sentido norte-sul apenas nove. Nas rodovias SC-486 e BR-470 também foram registradas nove espécies

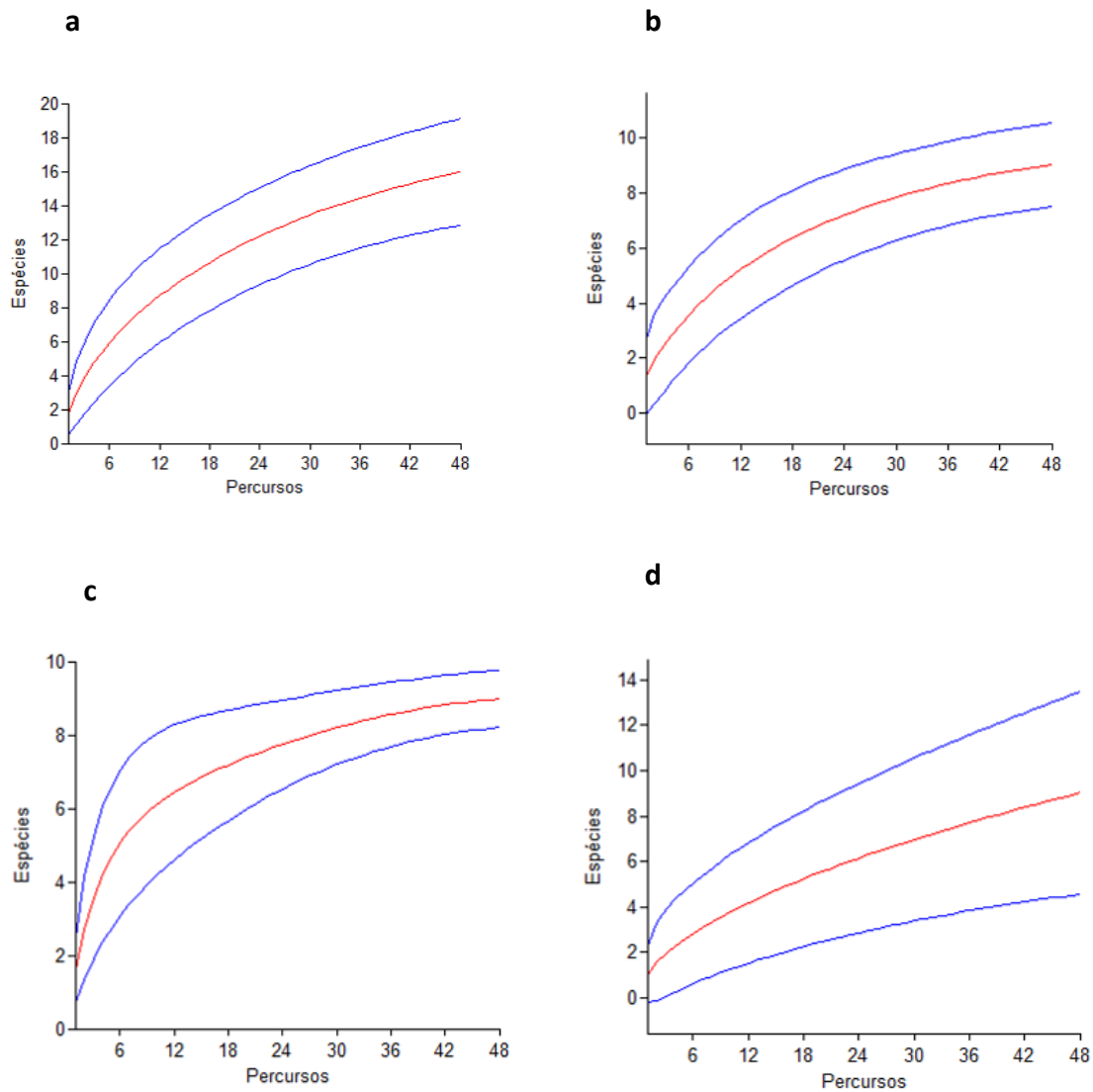
(Tab.1). Não ocorreu a estabilização da curva de rarefação para nenhuma rodovia (Fig.3).

**Tabela 1.** Total de registros (n) em cada rodovia, contribuição de cada espécie no número total de registros (%) e valor do índice de Dominância de Simpson.

	BR-101/BR-376 norte-sul		BR-101/BR-376 sul-norte		BR-470		SC-486		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Didelphis albiventris</i>	44	11,20	68	17,30	55	13,99	54	13,74	221	56,23
<i>Didelphis aurita</i>	18	4,58	11	2,80	11	2,80	1	0,25	41	10,43
<i>Tamandua tetradactyla</i>	2	0,51	1	0,25	1	0,25	-	-	4	1,02
<i>Dasypus novemcinctus</i>	3	0,76	2	0,51	2	0,51	1	0,25	8	2,04
<i>Lepus europaeus</i>	2	0,51	-	-	-	-	1	0,25	3	0,76
<i>Leopardus tigrinus</i>	1	0,25	-	-	-	-	1	0,25	2	0,51
<i>Puma yagouaroundi</i>	3	0,76	-	-	-	-	-	-	3	0,76
<i>Cerdocyon thous</i>	7	1,78	6	1,53	20	5,09	7	1,78	40	10,18
<i>Galictis cuja</i>	1	0,25	1	0,25	10	2,54	3	0,76	15	3,82
<i>Lontra longicaudis</i>	1	0,25	-	-	2	0,51	-	-	3	0,76
<i>Procyon cancrivorus</i>	4	1,02	3	0,76	14	3,56	2	0,51	23	5,85
<i>Mazama americana</i>	1	0,25	-	-	-	-	-	-	1	0,25
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	2	0,51	2	0,51	-	-	1	0,25	5	1,27
<i>Dasypus azarae</i>	1	0,25	-	-	-	-	-	-	1	0,25
<i>Cuniculus paca</i>	1	0,25	-	-	-	-	-	-	1	0,25
<i>Sphiggurus villosus</i>	16	4,07	5	1,27	1	0,25	-	-	22	5,60
<b>Total</b>	107	27,23	99	25,19	116	29,52	71	18,07	393	100
<b>Dominância</b>	0,21		0,49		0,32		0,59			



**Figura 2.** Registros de mamíferos atropelados nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486. Linha central dentro da caixa indica a média de registros por percurso amostrado; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos; “o” indica valor discrepante.

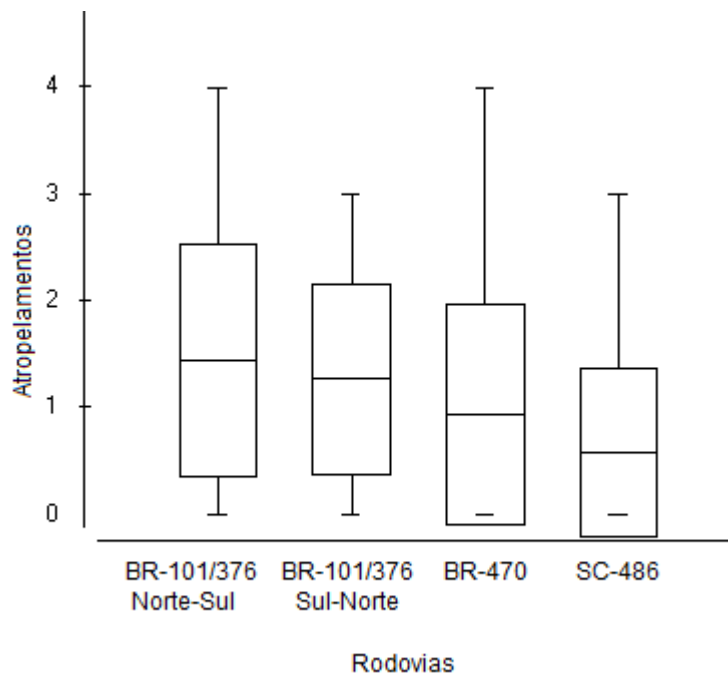


**Figura 3:** Curvas de rarefação com intervalo de confiança de 95% para as rodovias: a) BR-101/BR-376 norte-sul; b) BR-101/BR-376 sul-norte; c) BR-470; d) SC-486.

A espécie com maior número de atropelamentos foi *Didelphis albiventris*, com 56,23% dos registros (n=221). Outras espécies que se destacaram foram *Didelphis aurita* (n=41; 10,43%), *Cerdocyon thous* (n=40; 10,18%), *Procyon cancrivorus* (n=23; 5,85%), *Sphiggurus villosus* (n=22; 5,6%) e *Galictis cuja* (n=15; 3,82%) (Tab.1).

O maior valor de dominância foi obtido na SC-486 (D=0,59), seguido pelo sentido sul-norte da BR-101/376 (D=0,49), BR-470 (D=0,32) e sentido norte-sul da BR-101/376 (D=0,21).

Do total de registros, 203 foram seguramente classificados como animais atropelados em um tempo menor que um dia. Nos 48 percursos foram registrados 69 atropelamentos recentes na BR-101/BR-376 norte-sul (média=1,44; d.p.=1,1); 61 na BR-101/BR-376 sul-norte (média=1,27; d.p.=0,8); 45 na BR-470 (média=0,94; d.p.=1,04); e, 28 na SC-486 (média=0,58; d.p.=0,8) (Fig.4).



**Figura 4.** Registros de mamíferos cujo tempo de atropelamento era inferior a um dia nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486. Linha central dentro da caixa indica a média de registros por percurso amostrado; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos.

A partir dos dados de atropelamentos recentes foi calculado o número de registros a cada 100 quilômetros percorridos em cada rodovia. As rodovias SC-486 e BR-470 apresentaram valores próximos, sendo 2,54 e 2,34 registros por trecho de 100 quilômetros, respectivamente. A BR-101/BR-376 apresentou valores menores nos dois

sentidos. No sentido norte-sul o valor obtido foi de 0,80 e sul-norte 0,71 registro por trecho de 100 quilômetros.

A perda de massa estimada através dos dados de atropelamentos recentes foi de 580,79kg. Os maiores valores foram observados na BR-101/BR-376 com 201,63kg no sentido norte-sul e 165,55kg no sentido sul-norte. Na SC-486, a massa perdida foi de 111,38kg e na BR-470, 102,23kg. Para três espécies (*Puma yagouaroundi*, *Mazama americana* e *Dasyprocta azarae*), não houve registros recentes, assim, não foram incluídas neste cálculo (Tab.2).

**Tabela 2.** Número de registros recentes (n), média de registros recentes por trecho de 100km (n/100km) e massa estimada dos mamíferos com atropelamentos recentes nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486.

	BR-101/BR-376 norte-sul			BR-101/BR-376 sul-norte			BR-470			SC-486			Total		
	n	n/100km		n	n/100km		n	n/100km		n	n/100km		n	n/100km	
		100km	Kg		100km	Kg		100km	Kg		100km	Kg		100km	Kg
<i>Didelphis albiventris</i>	32	0,37	40,00	43	0,50	53,75	28	1,46	35,00	21	1,90	26,25	124	0,61	155,00
<i>Didelphis aurita</i>	8	0,09	8,00	6	0,07	6,00	6	0,31	6,00	-	-	-	20	0,10	20,00
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	0,01	5,20	1	0,01	5,20	-	-	-	-	-	-	2	0,01	10,40
<i>Dasybus novemcinctus</i>	2	0,02	7,30	2	0,02	7,30	1	0,05	3,65	1	0,09	3,65	6	0,03	21,90
<i>Lepus europaeus</i>	1	0,01	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4,00
<i>Leopardus tigrinus</i>	1	0,01	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2,25
<i>Cerdocyon thous</i>	5	0,06	32,50	3	0,03	19,50	6	0,31	39,00	3	0,27	19,50	17	0,08	110,50
<i>Galictis cuja</i>	1	0,01	1,58	-	-	-	1	0,05	1,58	1	0,09	1,58	3	0,01	4,74
<i>Lontra longicaudis</i>	1	0,01	5,80	-	-	-	2	0,10	11,60	-	-	-	3	0,01	17,40
<i>Procyon cancrivorus</i>	3	0,03	16,20	3	0,03	16,20	1	0,05	5,40	1	0,09	5,40	8	0,04	43,20
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1	0,01	55,00	1	0,01	55,00	-	-	-	1	0,09	55,00	3	0,01	165,00
<i>Cuniculus paca</i>	1	0,01	8,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8,20
<i>Sphiggurus villosus</i>	12	0,14	15,60	2	0,02	2,60	-	-	-	-	-	-	14	0,07	18,20
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>0,80</b>	<b>201,63</b>	<b>61</b>	<b>0,71</b>	<b>165,55</b>	<b>45</b>	<b>2,34</b>	<b>102,23</b>	<b>28</b>	<b>2,54</b>	<b>111,38</b>	<b>203</b>	<b>1,00</b>	<b>580,79</b>

Mensalmente, o número de registros entre 25 e 48 (média=32,8 ; d.p.=6,24) (Tab.3), entretanto não houve diferenças expressivas entre as estações quando analisado conjuntamente todas as espécies. A análise de sazonalidade por espécies evidenciou diferenças apenas para *Didelphis albiventris* (H=7,817; p<0,05), entre primavera e verão (SNK=14,42; p<0,05) e primavera e outono (SNK=12; p<0,05),

havendo o menor número de registros na primavera (n=29), e os maiores no verão (n=68) e outono (n=61).

**Tabela 3.** Variação mensal do número de registros de mamíferos atropelados nas rodovias BR-101/BR-376, BR-470 e SC-486 entre a segunda quinzena de junho de 2008 e a primeira quinzena de junho de 2009.

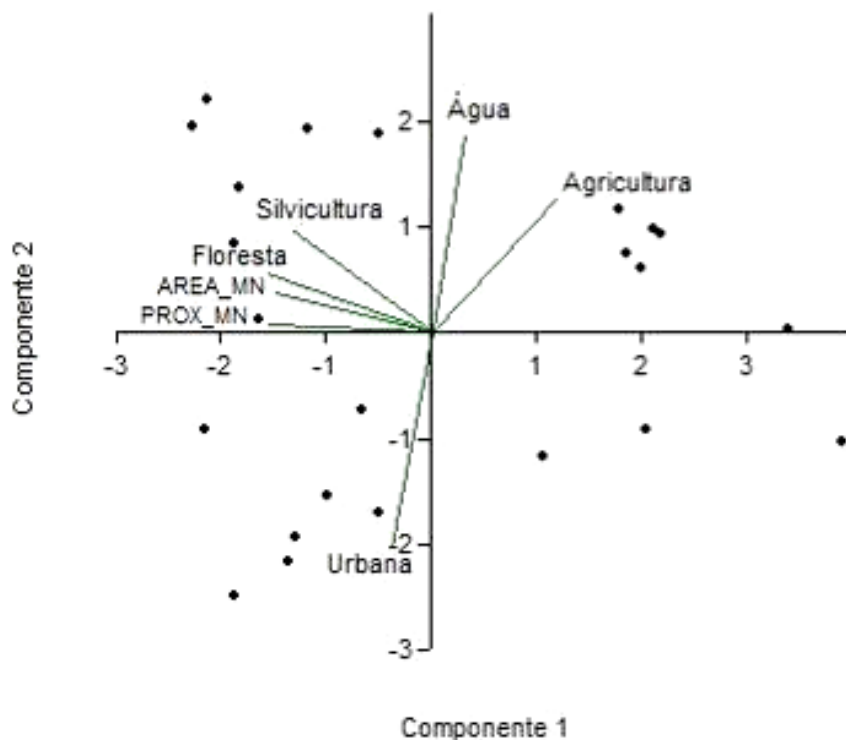
	Inverno		Primavera				Verão			Outono			Total
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
<i>Didelphis albiventris</i>	30	13	11	15	14	10	20	25	23	21	25	15	222
<i>Didelphis aurita</i>	6	6	6	4	6	1	5	3	1	1	2	0	41
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4
<i>Dasybus novemcinctus</i>	0	0	0	1	0	1	2	0	2	1	0	1	8
<i>Lepus europaeus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3
<i>Leopardus tigrinus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Puma yagouaroundi</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Cerdocyon thous</i>	4	9	3	0	0	5	0	4	2	2	2	9	40
<i>Galictis cuja</i>	2	1	1	2	1	2	1	1	1	0	1	2	15
<i>Lontra longicaudis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
<i>Procyon cancrivorus</i>	2	3	1	0	3	2	2	1	1	2	1	4	22
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5
<i>Mazama americana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dasyprocta azarae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cuniculus paca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Sphiggurus villosus</i>	1	1	3	2	2	5	1	0	1	2	2	2	22
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>393</b>

A composição da paisagem apresentou-se diferente entre as rodovias. Ao largo de todas as rodovias a agricultura obteve os maiores valores de uso da terra, entretanto com valores bem diferentes. O maior valor encontrado foi na SC-486 (71,4%), seguido pela BR-470 (64,68%) e BR-101/BR376 (44,34%). Inversamente, o valor para cobertura floresta foi maior na BR-101/BR376 (37,51%), seguido pela BR-470 (19,17%) e SC-486 (9,27%) (Tab.4).

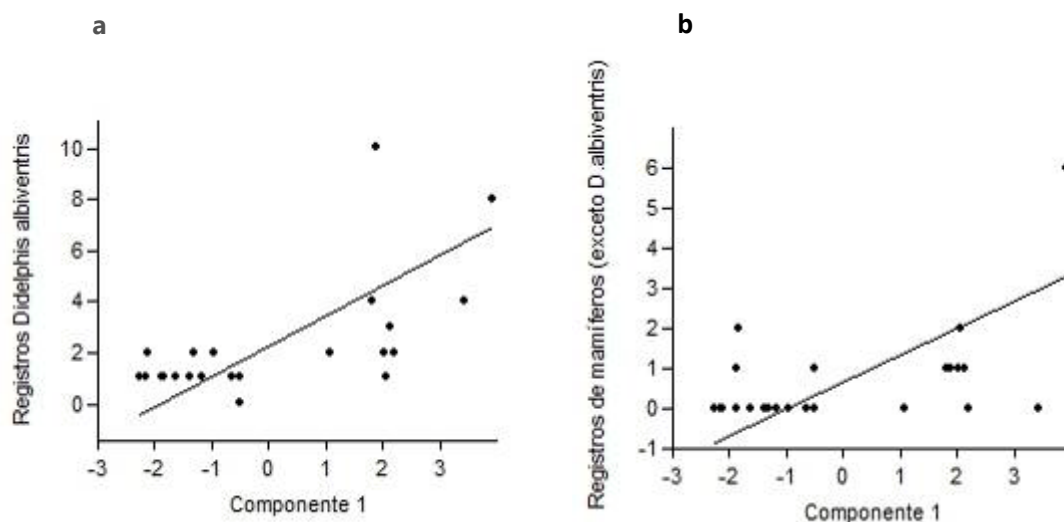
**Tabela 4.** Composição da paisagem de acordo com as classes de uso da terra, para cada rodovia, considerando-se um raio de 2km ao largo das rodovias.

	BR-101 BR-376	BR-470	SC-486
Agricultura	44,34%	64,68%	71,40%
Floresta	37,51%	19,17%	9,27%
Urbana	15,50%	9,12%	13,01%
Silvicultura	2,01%	4,74%	5,41%
Água	0,65%	2,30%	0,91%

Na análise de componentes principais da rodovia SC-486, o primeiro componente explica 56% da variância e o segundo 30,5% (Fig.5). O primeiro componente possui relação com a mortalidade de *Didelphis albiventris* ( $r^2=0,40$ ;  $p < 0,05$ ) e também com a mortalidade dos demais mamíferos (exceto *D. albiventris*) ( $r^2=0,25$ ;  $p < 0,05$ ) (Fig.6). Está mais relacionado às áreas agrícolas ( $loading = 0,36$ ) e inversamente relacionado às áreas florestais (-0,48), área média de fragmentos florestais (-0,46), índice de proximidade médio (-0,48) e também silvicultura (-0,41). Não foram encontradas relações significativas entre o segundo eixo e os atropelamentos.



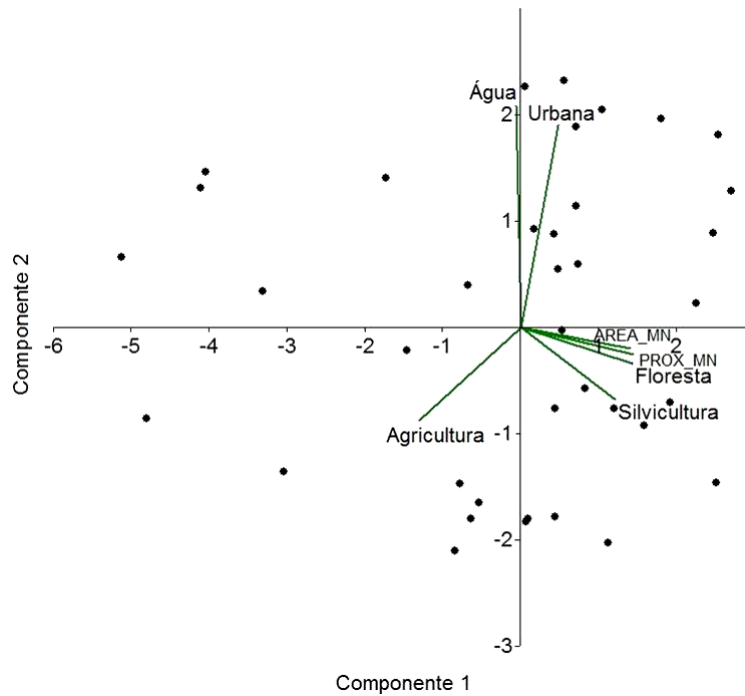
**Figura 5.** Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia SC-486.



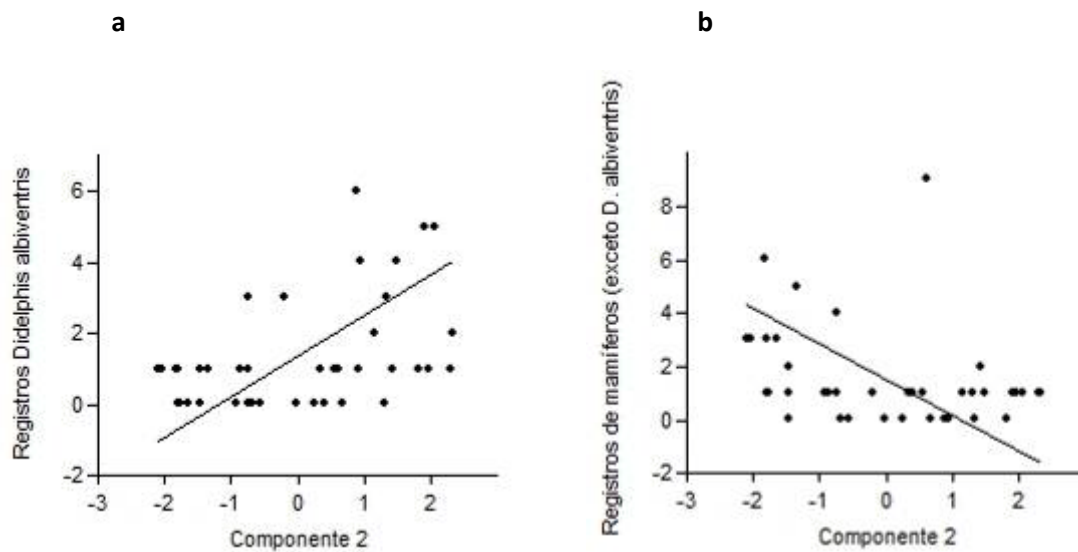
**Figura 6.** Relação entre as métricas da paisagem e atropelamentos na SC-486. a) Relação entre o número de registros de atropelamentos *Didelphis albiventris* e o primeiro componente da análise de componentes principais ( $y=2.26+1.19x$ ); b) Relação entre o número de registros de mamíferos atropelados (exceto *Didelphis albiventris*) e o primeiro componente da análise de componentes principais ( $y=0.70+0.67x$ ).

Na análise de componentes principais da rodovia BR-470, o primeiro componente explica 60,9% da variância e o segundo 27,4% (Fig.7). Apesar de apresentar uma tendência semelhante ao encontrado na SC-486 com relação aos elementos da paisagem, para a BR-470 os valores de relação do primeiro componente da análise de componentes principais não apresentaram valores significativos para nenhuma espécie.

O segundo componente apresentou relação com os registros de atropelamentos de *D. albiventris* ( $r^2=0,2$ ;  $p < 0,05$ ) e relação inversa com o número de atropelamentos dos demais mamíferos (exceto *D. albiventris*) ( $r^2=0,1$ ;  $p < 0,05$ ) (Fig.8). Este componente está relacionado principalmente à área urbana (0,63) e água (0,67) e inversamente relacionado, embora em menor peso, às outras métricas da paisagem.

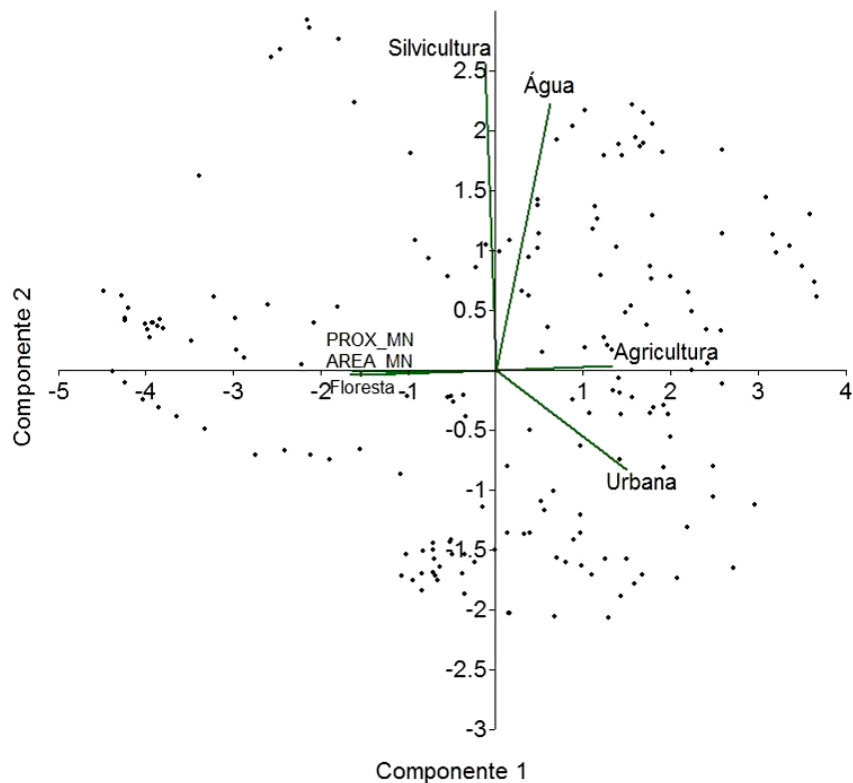


**Figura 7.** Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia BR-470.



**Figura 8.** Relação entre as métricas da paisagem e atropelamentos na BR-470. a) Relação entre o número de registros de atropelamentos *Didelphis albiventris* e o segundo componente da análise de componentes principais ( $y=1,35+1,14x$ ); b) Relação entre o número de registros de mamíferos atropelados (exceto *Didelphis albiventris*) e o segundo componente da análise de componentes principais ( $y=1,48-1,34x$ ).

Para a BR-101/BR-376, não foram encontradas relações entre os atropelamentos e os componentes da paisagem. Apesar disso, pôde ser observada uma tendência semelhante à encontrada nas outras rodovias, relacionando os registros de atropelamentos ao primeiro componente da análise de componentes principais, que apresenta relação positiva principalmente com agricultura e urbana e negativa com as métricas florestais (CP1=60,8%; CP2=22,2%; Fig.9).



**Figura 9.** Diagrama de dispersão dos componentes 1 e 2 da análise de componentes principais das métricas da paisagem da rodovia BR-101/BR-376.

## DISCUSSÃO

Além de mamíferos maiores, também foram encontrados pequenos marsupiais e roedores como *Philander frenatus*, *Cavia* sp., *Kannabateomys amblyonyx*, *Rattus rattus*, *R. norvegicus* e também morcegos como *Sturnira lillium*, *Artibeus lituratus* e *Chrotopterus auritus*. Isto pode ser uma evidência de que a utilização da velocidade de

80km/h é aceitável para a amostragem de mamíferos de médio e grande porte atropelados.

Onze indivíduos não foram passíveis de identificação por características macroscópicas, existindo dificuldades para diferenciar principalmente *Didelphis albiventris* e *D. aurita*. Estes e também um indivíduo de *Puma yagouaroundi*, puderam ser identificados através da análise microscópica de cutícula e medula de pêlos (cf. Quadros & Monteiro-Filho 2006).

As curvas de rarefação indicam que um esforço maior possibilitaria o registro de mais espécies. De fato, as espécies registradas neste estudo correspondem apenas a uma pequena parte dos mamíferos de médio e grande porte ocorrentes nos Estados do Paraná e Santa Catarina (Cherem et al. 2004; Reis et al. 2006). É notável a diferença na riqueza de espécies entre os dois sentidos da rodovia BR-101/BR-376. Enquanto no sentido norte-sul houve maior riqueza de espécies (16), o sentido sul-norte apresentou o mesmo número das rodovias BR-470 e SC-486 (9). Apenas dez indivíduos coletados no sentido norte-sul totalizaram as sete espécies não registradas no sentido inverso. Não foram observadas características dos locais dos atropelamentos destas espécies que pudessem justificar o não registro no sentido inverso.

Apesar de serem rodovias próximas (aproximadamente 12Km paralelamente), a cobertura florestal em um raio de 2km da SC-486 é menor que a metade da apresentada na BR-470. Esse fato deve ter sido responsável pelo alto valor de dominância encontrado na SC-486 ( $D=0,59$ ), onde *Didelphis albiventris* totalizou mais de 76% dos registros.

Os valores calculados do número de registros por 100km na rodovia BR-101/BR-376 estão muito abaixo daqueles obtidos nas outras rodovias estudadas. Parte desse

resultado pode ser explicada pelo fato de que, coincidentemente, no início da coleta de dados deste estudo, uma concessionária passou a operar nesta rodovia. Esta concessionária também remove carcaças da pista, o que compromete este tipo de comparação com as outras rodovias. Outro aspecto importante é o volume de tráfego muito maior e a composição da frota na BR-101/BR-376, que apresenta 60% de veículos pesados. Locais com altos volumes de tráfego, em especial de veículos pesados, podem fazer com que o animal seja dilacerado em pouco tempo, principalmente se este permanecer sobre a faixa onde passam os pneus. Divididos em pequenos pedaços, a visualização se torna mais difícil.

Aparentemente, este é o primeiro estudo realizado no Brasil que utiliza apenas dados de atropelamentos recentes (<1 dia) para quantificar espaço-temporalmente (registros/Km) a magnitude do impacto, portanto, esta informação não pode ser comparada com os outros trabalhos feitos até então. A adoção deste critério parece fornecer uma medida mais realista da dimensão temporal de registros, pois diminui os vieses gerados pelo tempo de remoção ou desaparecimento das carcaças.

O tempo de permanência do animal na pista pode variar de acordo com o local e a espécie (Antworth et al. 2005). Em locais próximos a residências, não é raro que os moradores removam o animal atropelado, especialmente se este for de grande porte (obs. pess.). Além disso, um animal morto pode atrair necrófagos em busca de alimento, que inclusive podem estabelecer suas áreas de vida próximas às rodovias (Coleman & Fraser 1989; DeVault et al. 2004) e também tornarem-se vítimas do tráfego (Sprunt 1937). Durante o período deste estudo foram observados urubus (*Coragyps atratus*), gaviões (*Milvago chimachima* e *Rupornornis magnirostris*) e gambás (*Didelphis albiventris*) consumindo carcaças de animais atropelados.

Com os dados de atropelamentos recentes também é possível fazer extrapolações. Por exemplo, considerando que em 48 dias amostrados foi obtido um valor de 203 animais com atropelamento recente, e admitindo valores proporcionais para os 365 dias do ano, obtém-se um número de 1543 animais mortos, sendo 524 na BR-101/BR-376 norte-sul, 464 na BR-101/BR-376 sul-norte, 342 na BR-470 e 213 na SC-486. Dividindo esses números pela extensão dos trechos amostrados, obteríamos o valor de 2,91, 2,58, 8,55 e 9,26 atropelamentos/km/ano em cada rodovia, respectivamente.

De qualquer forma, são dados a serem utilizados com cautela, pois certamente os valores são bastante subestimados, devendo levar em consideração os indivíduos descartados da análise por não ser possível sua classificação como atropelado recentemente e também pelo fato de que nem todos os animais mortos são detectados pelo observador. Nem todas as colisões são fatais no momento do impacto, assim, indivíduos podem mover-se do local e morrer fora da pista, não sendo possível a detecção pelo observador.

A maior perda de massa na rodovia BR-101/BR-376 é justificada pelo fato desta apresentar uma extensão maior, entretanto, respeitando-se estas proporções, não se distanciam muito da perda registrada na BR-470. Unindo os dois sentidos da BR-101/BR-376 obtém-se um valor de 2,04Kg/Km, considerando apenas os registros de animais com tempo de atropelamento menor que um dia, nos 48 percursos realizados. Para a BR-470 este valor foi de 2,56Kg/Km e o maior número foi obtido para a SC-486, 4,84Kg/Km. O número aproximado entre a BR-101/BR-376 e a BR-470 deve-se aos registros de *Hydrochoerus hydrochaeris*, o maior mamífero registrado neste estudo, que não esteve presente na segunda rodovia. Isso também fez a SC-486 apresentar

valores distantes das outras rodovias. Apenas três *H. hydrochaeris* somaram maior massa que os 124 *Didelphis albiventris*.

No estudo de Zaleski et al. (2009), realizado no Estado do Paraná, 601 mamíferos somaram 6200Kg, ou seja, a massa média obtida foi de 10,32Kg/indivíduo. Destes 102 registros foram de *Mazama americana*, que somaram 38% da massa total. No presente estudo a massa média foi de 2,86Kg/indivíduo. A maioria dos indivíduos registrados (83%) possui massa média menor que 5Kg ao passo que no trabalho citado anteriormente totalizaram apenas 42%. Esse valor pode estar relacionado ao fato de que Zaleski et al. (2009) utilizaram dados coletados por funcionários e moradores da fazenda onde foi realizado o estudo e, como as coletas eram oportunistas, podem não ter tido o rigor e interesse científico para a coleta de todos os animais pequenos ou em alto estado de mutilação e decomposição.

A única espécie que apresentou diferença sazonal significativa entre os registros foi *Didelphis albiventris*, embora *Didelphis aurita*, *Cerdocyon thous* e *Sphiggurus villosus* tenham apresentado valores mais altos em determinadas estações. Grilo et al. (2009) demonstraram que algumas espécies são mais suscetíveis aos atropelamentos em períodos biológicos distintos. No estudo feito por Rodrigues (2007), a maior parte dos nascimentos de *D. albiventris* concentrou-se na primavera, ao passo que os eventos de dispersão dos filhotes ocorreram entre o verão e outono. Os atropelamentos desta espécie podem estar relacionados a este aspecto, já que a estação com menor número de registros foi a primavera e os maiores no verão e outono, podendo estar grande parte dos atropelamentos ligados aos eventos de dispersão, onde o maior deslocamento de indivíduos aumenta a probabilidade de cruzarem estradas e ser atropelados.

Na rodovia SC-486 foi encontrada relação inversa entre as métricas de floresta (área florestada, área média dos fragmentos florestais e índice de proximidade) e os atropelamentos, tanto de *Didelphis albiventris* quanto dos demais mamíferos. Embora para as outras rodovias não tenha sido encontrados valores significativos, observa-se uma tendência semelhante. Kanda et al. (2006) também encontraram associação negativa entre atropelamentos de gambás (*Didelphis virginiana*) e locais pouco antropizados. Crooks (2002) evidenciou que a probabilidade de ocorrência e abundância relativa desta espécie - cujos hábitos são semelhantes aos de seu congênere *Didelphis albiventris* – tende a decair com o aumento do tamanho dos fragmentos florestais e aumentar com o isolamento dos fragmentos, o que também ocorreu no presente estudo.

Em todas as rodovias observou-se a tendência da relação entre os atropelamentos e áreas agrícolas, apesar dos valores apresentarem-se significativos apenas para a SC-486. Espécies generalistas são beneficiadas por ambientes agrícolas, pois utilizam grande riqueza de itens alimentares e ambientes e tem a capacidade de explorar a borda dos habitats e as novas condições geradas pela fragmentação (Saunders et al. 1991). Neste estudo, as três espécies mais registradas (*Didelphis albiventris*, *D. aurita* e *Cerdocyon thous*) possuem hábito generalista e somaram 77% dos registros. Em especial *D. albiventris* esteve muito associado a áreas com predomínio de agricultura e pequenos fragmentos florestais.

Na BR-470 foi encontrada relação entre os atropelamentos de *Didelphis albiventris* e áreas urbanas e água. Para registros dos demais mamíferos, a relação com essas classes de uso da terra foi inversa. A alta ocorrência de atropelamentos de *D. albiventris* com áreas urbanas já era esperada já que esta é uma espécie comum em

ambientes urbanos (Aléssio et al. 2005; Almeida et al. 2008; Cáceres 2000). Porém, na BR-101/BR-376, em alguns locais onde a rodovia cruza grandes núcleos urbanos, a incidência de atropelamentos de *D. albiventris* foi baixa. Isso foi observado em áreas altamente urbanizadas nos municípios de São José dos Pinhais-PR, Joinville-SC e Barra Velha-SC.

Notadamente, em alguns locais com maior adensamento urbano, a velocidade máxima permitida normalmente era menor, o que pode ter contribuído para a baixa incidência de atropelamentos. A relação entre atropelamentos e velocidade dos automóveis na rodovia é um aspecto observado em diversos estudos (Barrientos & Bolonio 2009; Clevenger et al. 2003; Joyce & Mahoney 2001; Rolley & Lehman 1992; Seiler 2005).

Tanto a relação de *D. albiventris* quanto a relação inversa dos demais mamíferos com a água pode ter ocorrido pela íntima associação desta com áreas urbanizadas, já que nessa região são comuns altas concentrações de povoamento humano em locais próximos aos rios. Portanto, a incidência dos atropelamentos pode estar mais associada às áreas urbanizadas do que propriamente a água. Apesar de ser comum a relação de atropelamentos com dados sobre proximidade de corpos d'água (Barrientos & Bolonio 2009; Clevenger et al. 2003; Nielsen et al. 2003; Seiler 2005), esta pode ser uma análise nem sempre eficiente e a não obtenção dessa relação (Kanda et al. 2006) pode ocorrer por falhas metodológicas, na análise de imagens e mesmo na eficiência em detectar todos os corpos d'água. No presente trabalho, por exemplo, nem todos os locais com água foram contabilizados, pois a resolução da imagem utilizada (pixel de 30m) não permite que sejam contabilizados pequenos

corpos d'água, ou até mesmo corpos temporários, que são importantes na ocorrência das espécies.

Na BR-376, houve 15km de rodovia, em ambos os sentidos, sem nenhum registro de atropelamentos. A paisagem nesse trecho é caracterizada predominantemente por grandes remanescentes florestais, sendo o local que apresenta melhor estado de conservação de toda a área amostrada. Entretanto, outras particularidades devem ser levadas em consideração. Esta é a região entre a planície e o planalto, e a diferença de nível nesses 15km é de aproximadamente 600m, o que torna a subida e descida íngreme e sinuosa. A velocidade média, principalmente de caminhões, é a mais baixa do percurso e devido ao grande esforço exigido dos motores, o ruído é muito alto e constante (obs. pess.). A poluição sonora gerada pelo tráfego pode reduzir a riqueza e abundância de animais próximo às rodovias (Brumm 2004; Forman et al. 2002; Jaeger et al. 2005; Reijnen et al. 1996; Reijnen et al. 1997), além disso, ruídos altos podem alertar o animal e este evitar cruzar rodovia no momento em que o automóvel se aproxima, evitando seu atropelamento.

Das espécies de médio e grande porte atropeladas registradas no estudo de Coelho et al. (2008), realizado no Estado do Rio Grande do Sul, *D. albiventris* foi a mais afetada, com 47% (n=240) dos registros. Entretanto, os autores não identificaram 171 indivíduos deste gênero em nível específico, constando apenas como *Didelphis* sp.. Como há apenas um registro confirmado como *D. aurita*, provavelmente a grande maioria destes seja *D. albiventris*, podendo elevar esse número para mais de 80% dos mamíferos registrados. Na mesma região do estudo de Coelho et al. (2008), Hengemüle e Cademartori (2008) também obtiveram o maior número de registros para *D. albiventris*. No estudo de Cherem et al. (2007), realizado no Estado de Santa

Catarina, *D. albiventris* figurou como a segunda espécie mais registrada. Porém os autores relatam que, como o registro dos atropelamentos não era o objetivo das viagens, muitos mamíferos, particularmente *D. albiventris*, não foram contabilizados. Desse modo, caso Cherem et al. (2007) tivessem contabilizado todos os indivíduos dessa espécie, provavelmente encontrariam resultados semelhantes ao do presente trabalho.

No estudo feito por Melo & Santos-Filho (2007) em área de Cerrado, o atropelamento de *Didelphis albiventris* contribuiu apenas com 4%. Isso pode ser um indicativo de que, a suscetibilidade de uma espécie aos atropelamentos depende, entre outros fatores, de sua densidade no ambiente. Baker et al. (2004), evidenciaram que o número de raposas (*Vulpes vulpes*) mortas por automóveis relacionou-se linearmente com sua densidade, inclusive, estudos mostram que dados de atropelamentos podem ser utilizados para estimar abundância de espécies (Gehrt 2002), permitindo o monitoramento de mudanças populacionais (Baker et al. 2004; Loughry & McDonough 1996).

Embora tenham ocorrido atropelamentos de *Didelphis aurita* em áreas urbanizadas e agrícolas, estes foram pontuais. Parecem estar mais associados a locais próximos a algum fragmento florestal, ocorrendo de modo agrupado em alguns locais e não sendo observados em longos intervalos de distância. Na BR-470, em uma distância de 830m ocorreram sete dos 11 registros dessa rodovia e na BR-101, em um trecho de 700m ocorreram seis atropelamentos.

Todos os trabalhos citados anteriormente – exceto Cherem et al. (2007), provavelmente pela particularidade descrita anteriormente - possuem como a segunda espécie mais registrada *Cerdocyon thous*. No estudo conduzido por Vieira (1996), C.

*thous* foi a espécie mais atropelada, com 28% dos registros. No presente estudo, apesar desta ser a terceira espécie mais registrada (n=40), teve apenas um registro a menos que *Didelphis aurita*.

Na BR-101/BR0-376 os atropelamentos de *C. thous* ocorreram predominantemente em áreas preservadas. Já na BR-470 e SC-486, foram comuns em áreas agrícolas (inclusive pastagens), de silvicultura e capoeiras. Em duas ocasiões, fora do horário de amostragem (22:00h e 02:30h), foram observados indivíduos forrageando no acostamento. Esse hábito certamente contribui para sua alta taxa de atropelamento.

*Cerdocyon thous* também apresentou alguns pontos de concentração de atropelamentos. Na SC-486, em um trecho de 500m foram registrados quatro indivíduos; na BR-470, três indivíduos em um trecho de 340m e outro trecho de 280m com quatro indivíduos registrados. Provavelmente essas são rotas de passagem desses animais.

Os registros de *Procyon cancrivorus*, de uma maneira geral encontraram-se bem distribuídos na rodovia, com exceção de um trecho de 280m na BR-470 onde foram observados três atropelamentos. Dos 23 registros dessa espécie, 14 ocorreram na BR-470. Como *P. cancrivorus* é uma espécie cuja presença é comumente associada a corpos d'água, a grande ocorrência nessa rodovia deve estar relacionada com as plantações de arroz irrigado, que dominam a agricultura local. Em plantações de arroz é comum a ocorrência de pequenos vertebrados como mamíferos, aves (Elphick 2004) e anfíbios (Duré et al. 2008; Piatti et al. 2010). Em muitas plantações os produtores criam peixes para controle de insetos e moluscos nocivos à cultura (Marchezan et al. 2006). Estes vertebrados, comuns na dieta de *P. cancrivorus* (Gatti et al. 2006), podem

atrair esta espécie para as plantações de arroz que ocorrem ao largo da BR-470, aumentando a chance de ser atropelada.

Dos 22 registros de *Sphiggurus villosus*, 18 ocorreram em área de floresta ombrófila mista, apesar de o percurso cruzar apenas aproximadamente 50 km dessa divisão fitoecológica. Esses 18 registros concentraram-se em 32km do percurso. Cherem et al. (2007), parecem ter encontrado resultados semelhantes, obtendo a maior parte de registros de atropelamentos desta espécie em área de floresta ombrófila mista. Este pode ser um indicativo de sua maior abundância neste tipo de formação florestal.

### **Implicações conservacionistas e sugestões de mitigação**

A concessionária que administra as rodovias BR-101/BR-376 tem a obrigação de remover os animais atropelados, sob determinação da Agência Nacional de Transportes Terrestres. Entretanto, o grande número de animais deixados vários dias na rodovia revela uma falha grave no procedimento. Além disso, durante todo o trabalho, puderam-se observar locais onde a carcaça havia sido removida, mas deixado restos como vísceras até mesmo fetos na pista, ou ainda a carcaça somente arrastada para a margem, o que pode atrair outros animais para a rodovia.

Algumas carcaças que se encontravam no acostamento foram deixadas propositalmente para verificar a eficiência da concessionária em removê-las. Muitas permaneceram por mais de uma semana. Uma carcaça de *Cerdocyon thous* chegou a permanecer por mais de 20 dias no acostamento. Verificou-se ainda que em alguns locais as carcaças encontradas foram predominantemente de atropelamentos recentes, enquanto em outros era comum encontrar carcaças de animais atropelados

ha mais de um dia. Isso sugere que a concessionária tem mais interesse em remover as carcaças - ou as remove com maior eficiência - em determinados locais. Talvez a remoção dos animais pela concessionária tenha sido feita mais por um motivo cênico, como apontado por Bager et al. (2007), do que de segurança ou conservação. Cabe ao poder público fiscalizar e exigir a implantação de programas eficazes de monitoramento e redução de atropelamentos da fauna.

Em um ano de monitoramento puderam ser observados alguns pontos críticos de atropelamentos que podem ser considerados potenciais para ações de mitigação. Projetos de mitigação normalmente estão associados a custos elevados (Forman 2003), por isso, o monitoramento da rodovia para seleção dos locais com maior incidência de atropelamentos é essencial para obtenção de um melhor custo-benefício. Com base nos registros obtidos neste estudo, foram selecionados locais com maior incidência de atropelamentos, visando a auxiliar futuros trabalhos de monitoramento e implantação de medidas mitigadoras (Tab.5, SC-486; Tab.6, BR-470; Tab.7, BR-101/BR-376).

Estes trechos foram selecionados por conterem aglomerações de registros, não focando alguma espécie ou grupo e sim levando em consideração a maior quantidade de atropelamentos no menor intervalo de espaço. Posteriormente foram classificados quanto à prioridade de ações de mitigação. Essa classificação levou em consideração o número de atropelamentos, o nível trófico, *status* de conservação e a taxa de reposição das espécies registradas em cada trecho. Cabe ressaltar que a dinâmica da comunidade pode alterar os locais e espécies com maior número atropelamentos, assim, monitoramentos de longo prazo são essenciais para verificar e garantir o sucesso de medidas conservacionistas.

**Tabela 5.** Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia SC-486, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).

Trecho	Coordenadas Início	Coordenadas Fim	Extensão (m)	Espécie	n
1	721,566.600 7,016,246.986	722,926.126 7,017,130.816	1630	<i>Didelphis albiventris</i>	9
				<i>Cerdocyon thous</i>	4
				<i>Galictis cuja</i>	1
				<i>Leopardus tigrinus</i>	1
				<i>Procyon cancrivorus</i>	1
				<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1
2	718,223.192 7,013,767.245	719,912.873 7,015,005.512	2100	<i>Didelphis albiventris</i>	15
				<i>Cerdocyon thous</i>	1
				<i>Galictis cuja</i>	1
3	719,161.674 7,014,439.411	719,912.873 7,015,005.512	950	<i>Didelphis albiventris</i>	11
				<i>Galictis cuja</i>	1
4	718,223.192 7,013,767.245	718,489.013 7,013,948.271	330	<i>Didelphis albiventris</i>	3
				<i>Cerdocyon thous</i>	1
Total				5010	50
% da distância amostrada na rodovia			21.8	% dos registros da rodovia	70.4

**Tabela 6.** Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia BR-470, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).

Trecho	Coordenadas Início	Coordenadas Fim	Extensão (m)	Espécie	n
1	707,646.297 7,023,686.783	709,869.788 7,023,800.046	2250	<i>Procyon cancrivorus</i>	3
				<i>Galictis cuja</i>	3
				<i>Cerdocyon thous</i>	1
				<i>Dasybus novemcinctus</i>	1
				<i>Didelphis albiventris</i>	1
2	712,235.249 7,024,776.380	713,279.904 7,024,922.086	1050	<i>Cerdocyon thous</i>	5
				<i>Procyon cancrivorus</i>	3
				<i>Didelphis albiventris</i>	1
3	694,657.166 7,027,459.383	695,499.159 7,026,955.801	1200	<i>Didelphis aurita</i>	7
				<i>Didelphis albiventris</i>	3
				<i>Cerdocyon thous</i>	1
				<i>Lontra longicaudis</i>	1
				<i>Sphiggurus villosus</i>	1

4	717,568.025	718,146.440	780	<i>Cedocyon thous</i>	2
	7,027,571.974	7,028,095.659		<i>Procyon cancrivorus</i>	2
				<i>Galictis cuja</i>	2
				<i>Didelphis albiventris</i>	1
				<i>Dasybus novemcinctus</i>	1
5	724,505.686	726,201.707	1700	<i>Didelphis albiventris</i>	8
	7,030,002.395	7,030,001.231		<i>Didelphis aurita</i>	1
				<i>Procyon cancrivorus</i>	1
6	720,038.198	720,419.149	380	<i>Cedocyon thous</i>	3
	7,029,451.033	7,029,428.161		<i>Didelphis albiventris</i>	1
7	718,956.991	719,083.071	180	<i>Cedocyon thous</i>	1
	7,028,850.158	7,028,982.193		<i>Procyon cancrivorus</i>	1
				<i>Galictis cuja</i>	1
8	700,815.008	701,466.445	1050	<i>Didelphis albiventris</i>	5
	7,021,964.641	7,021,465.906		<i>Didelphis aurita</i>	1
				<i>Cedocyon thous</i>	1
9	704,605.944	705,755.059	1330	<i>Didelphis albiventris</i>	8
	7,022,362.437	7,022,986.386			
Total			9920		71
% da distância amostrada na rodovia			24,8	% dos registros da rodovia	61,2

**Tabela 7.** Trechos com concentrações de atropelamentos de mamíferos na rodovia BR-101/BR-376, classificadas de acordo com a prioridade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte. Coordenadas (UTM 22J) do início e final do trecho; extensão do trecho; espécies registradas no trecho; número de indivíduos registrados (n).

Trecho	Coordenadas Início	Coordenadas Fim	Extensão (m)	Espécie registrada	n
1	727,986.942 7,062,587.593	726,707.389 7,055,073.426	8000	<i>Didelphis albiventris</i>	6
				<i>Cedocyon thous</i>	2
				<i>Dasybus novemcinctus</i>	1
				<i>Procyon cancrivorus</i>	1
				<i>Galictis cuja</i>	1
				<i>Puma yagouaroundi</i>	1
				<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1
				<i>Sphiggurus villosus</i>	1

2	687,716.871 7,150,754.444	688,224.421 7,148,747.177	2100	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Sphiggurus villosus</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Leopardus tigrinus</i> <i>Mazama americana</i>	4 3 1 1 1
3	688,489.388 7,147,326.926	688,260.691 7,142,331.742	5900	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Sphiggurus villosus</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Cuniculus paca</i>	8 4 1 1
4	709,160.865 7,130,213.914	710,212.404 7,127,268.173	1320	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Cedocyon thous</i> <i>Puma yagouaroundi</i>	4 3 1 1
5	683,959.521 7,165,205.214	685,408.517 7,159,943.980	5500	<i>Sphiggurus villosus</i> <i>Dasybus novemcinctus</i> <i>Didelphis albiventris</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Dasyprocta azarae</i>	6 2 3 1 1
6	685,928.049 7,157,995.433	686,699.085 7,155,008.341	3130	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Sphiggurus villosus</i> <i>Cedocyon thous</i>	7 3 1 1
7	713,993.699 7,120,762.261	714,184.746 7,117,172.702	3620	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Procyon cancrivorus</i>	8 2
8	708,279.229 7,099,056.428	708,237.311 7,098,295.872	760	<i>Didelphis aurita</i> <i>Didelphis albiventris</i>	6 3
9	713,877.722 7,081,559.152	714,629.964 7,079,896.279	2050	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Didelphis aurita</i> <i>Tamandua tetradactyla</i> <i>Cedocyon thous</i>	2 2 1 1
10	714,026.025 7,114,498.165	713,626.695 7,112,393.323	2170	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Cedocyon thous</i>	5 1
11	729,344.360 7,039,303.669	729,845.052 7,038,560.116	920	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	5 1
12	683,671.617 7,168,589.429	683,446.693 7,167,717.142	920	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Sphiggurus villosus</i>	3 3

13	730,400.356 7,035,553.710	730,688.418 7,034,129.050	1470	<i>Didelphis albiventris</i>	6
14	712,780.298 7,122,455.249	713,465.763 7,121,968.321	920	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Dasypus novemcinctus</i> <i>Cedocyon thous</i>	2 1 1
15	691,698.391 7,140,069.218	692,563.296 7,140,097.706	970	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Sphiggurus villosus</i>	4 1
16	708,907.919 7,095,007.627	709,032.847 7,094,761.024	280	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> <i>Cedocyon thous</i>	2 1
17	716,029.263 7,076,430.360	716,458.391 7,075,809.576	760	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Dasypus novemcinctus</i> <i>Sphiggurus villosus</i>	2 1 1
18	695,239.226 7,140,250.540	695,492.252 7,140,371.895	280	<i>Didelphis aurita</i> <i>Cedocyon thous</i> <i>Procyon cancrivorus</i>	1 1 1
19	709,810.970 7,107,243.580	709,721.533 7,107,131.211	160	<i>Didelphis albiventris</i> <i>Cedocyon thous</i>	2 1
			Total	41230	143
			% da distância amostrada na rodovia	22,9	% dos registros da rodovia 69,4

Bager (2003) levanta a questão sobre qual espécies proteger: as raras e que apresentam *status* de conservação preocupante ou as abundantes e mais passíveis de serem atropeladas. No presente estudo 77% dos registros foram de espécies comuns e em situação de conservação pouco preocupante (*Didelphis albiventris*, *D. aurita* e *Cedocyon thous*). Porém, estas exercem importante papel no controle de pequenos vertebrados e dispersão de sementes (Cáceres 2002; Eisenberg & Redford 1999; Gatti et al. 2006; Pedó et al. 2006; Rocha et al. 2008), particularmente em locais onde outras espécies já se extinguíram ou sua ocorrência é rara, sendo assim importantes para regeneração florestal (Cáceres & Monteiro-Filho 2007; Varela & Bucher 2006).

Além de focar grupos específicos, medidas de redução de atropelamentos devem prever possíveis impactos a outros grupos, como os relatados por Bager (2003) na Estação Ecológica do Taim, Estado do Rio Grande do Sul, onde o programa de proteção implantado protegia algumas espécies e prejudicava outras, que acabavam morrendo presas às telas de proteção. Isso mostra que estruturas como cercas e tuneis devem ser bem estudadas antes da implantação, considerar as particularidades da espécie ou grupo alvo e também as características ambientais dos locais. Enquanto isso podem ser empregadas outras medidas que auxiliam na redução dos atropelamentos da maioria dos grupos, como redução de velocidade, manutenção de aceros nas margens das rodovias, instalação de placas de indicação de animais e também educação e sensibilização ambiental.

Um exemplo prático de educação ambiental seria alertar os motoristas sobre o problema dos restos de alimentos nas rodovias. Estes podem atrair a fauna e expor ao risco de atropelamento (Hodson 1962). Certamente muitos motoristas nem imaginam a consequência dessa ação. Foram encontrados, em diversas oportunidades, toda sorte de alimentos jogados na rodovia. Em todas as rodovias, especialmente na BR-101/BR-376, foi observado também uma grande quantidade de grãos, principalmente soja, milho e arroz, caídos de caminhões que transportam a produção agrícola.

A forma predominante do transporte da produção, certamente é um dos principais causadores dos atropelamentos em estradas brasileiras. É lamentável que em um país de dimensões continentais como o Brasil, a base do escoamento da produção seja por via rodoviária. Além de oferecer um custo muito mais elevado (Lima 2006), os caminhões pesados causam mais acidentes e geram mais poluição do que trens (Forkenbrock 2001). O elevado número de caminhões que trafegam diariamente

poderia ser substituído em grande parte pelo transporte ferroviário que além de ser mais barato e seguro, causa menos problemas ambientais. Talvez esta seja a questão relacionada aos atropelamentos mais difícil de ser mudada, entretanto, não deve ser esquecida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aléssio, F. M., A. R. Mendes Pontes, and V. Luna da Silva. 2005. Feeding by *Didelphis albiventris* on tree gum in the northeastern Atlantic forest of Brazil. *Mastozoologia Neotropical* **12**:37-52.
- Almeida, A. J., C. G. Torquetti, and S. A. Talamoni. 2008. Use of space by neotropical marsupial *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia: Didelphidae) in an urban forest fragment. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**:214-219.
- Andrews, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist* **26**:130-141.
- Antworth, R. L., D. A. Pike, and E. E. Stevens. 2005. Hit and run: Effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates. *Southeastern Naturalist* **4**:647-656.
- Ayres, M., M. Ayres Jr, D. Ayres, and A. Santos. 2007. Bioestat 5.0. Aplicações Estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, Belém.
- Bager, A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação. Pages 159-172 in A. Bager, editor. *Áreas Protegidas.- Conservação no âmbito do Cone Sul*, Pelotas.
- Bager, A., S. R. N. Piedras, T. San Martin, and Q. Hóbus. 2007. Fauna selvagem e atropelamento.- diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. Pages 49-62 in A. Bager, editor. *Áreas Protegidas - repensando as escalas de atuação*. Armazém Digital, Porto Alegre.
- Baker, P. J., S. Harris, C. P. J. Robertson, G. Saunders, and P. C. L. White. 2004. Is it possible to monitor mammal population changes from counts of road traffic casualties? An analysis using Bristol's red foxes *Vulpes vulpes* as an example. *Mammal Review* **34**:115-130.
- Bangs, E. E., T. N. Bailey, and M. F. Portner. 1989. Survival Rates of Adult Female Moose on the Kenai Peninsula, Alaska. *The Journal of Wildlife Management* **53**:557-563.
- Barrientos, R., and L. Bolonio. 2009. The presence of rabbits adjacent to roads increases polecat road mortality. *Biodiversity and Conservation* **18**:405-418.
- Beier, P., and R. Barrett. 1993. The cougar in the Santa Ana mountain range, California. Page 51. Final report, Orange County.
- Bender, D. J., and L. Fahrig. 2005. Matrix structure obscures the relationship between interpatch movement and patch size and isolation. *Ecology* **86**:1023-1033.

- Birks, J. D. S. 1997. A volunteer-based system for sampling variations in the abundance of polecats (*Mustela putorius*). *Journal of Zoology* **243**:857-863.
- Blandford, P. R. S. 1987. Biology of the Polecat *Mustela putorius*: a literature review. *Mammal Review* **17**:155-198.
- Bowers, M. A., and S. F. Matter. 1997. Landscape Ecology of Mammals: Relationships between Density and Patch Size. *Journal of Mammalogy* **78**:999-1013.
- Brody, A. J., and M. R. Pelton. 1989. Effects of Roads on Black Bear Movements in Western North Carolina. *Wildlife Society Bulletin* **17**:5-10.
- Brumm, H. 2004. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology* **73**:434-440.
- Bruns, E. H. 1977. Winter Behavior of Pronghorns in Relation to Habitat. *The Journal of Wildlife Management* **41**:560-571.
- Burnett, S. 1992. Effects of a Rainforest Road on Movements of Small Mammals: Mechanisms and Implications. *Wildlife Research* **19**:95-104.
- Cáceres, N. 2000. Population ecology and reproduction of the white-eared opossum *Didelphis albiventris* (Mammalia, Marsupialia) in an urban environment of Brazil. *Ciencia e Cultura* **52**:171-174.
- Cáceres, N. 2002. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **37**:97-104.
- Cáceres, N. C., and E. L. A. Monteiro-Filho. 2007. Germination in seed species ingested by opossums: implications for seed dispersal and forest conservation. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **50**:921-928.
- Cherem, J. J., M. Kammers, I. R. Ghizoni-Jr, and A. Martins. 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas* **20**.
- Cherem, J. J., P. C. Simões-Lopes, S. L. Althoff, and M. E. Graipel. 2004. Lista dos mamíferos do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical* **11**.
- Clarke, G. P., P. C. L. White, and S. Harris. 1998. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation* **86**:117-124.
- Clevenger, A. P., B. Chruszcz, and K. E. Gunson. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation* **109**:15-26.

- Coelho, I., A. Kindel, and A. Coelho. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research* **54**:689-699.
- Coffin, A. W. 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* **15**:396-406.
- Coleman, J. S., and J. D. Fraser. 1989. Habitat Use and Home Ranges of Black and Turkey Vultures. *The Journal of Wildlife Management* **53**:782-792.
- Colwell, R., C. Mao, and J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* **85**:2717-2727.
- Crooks, K. R. 2002. Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* **16**:488-502.
- DeVault, T. L., B. D. Reinhart, I. L. Brisbin, and O. E. Rhodes. 2004. Home ranges of sympatric Black and Turkey Vultures in South Carolina. *The Condor* **106**:706-711.
- Duré, M., A. Kehr, E. Schaefer, and F. Marangoni. 2008. Diversity of amphibians in rice fields from northeastern Argentina. *Interciencia* **33**:528-531.
- Eisenberg, J., and K. Redford 1999. *Mammals of the neotropics: the central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. University of Chicago Press.
- Elphick, C. S. 2004. Assessing conservation trade-offs: identifying the effects of flooding rice fields for waterbirds on non-target bird species. *Biological Conservation* **117**:105-110.
- ESRI. 2006. ArcMap 9.2. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA.
- Fearnside, P. M. 1990. Rondônia: estradas que levam à devastação. *Ciência Hoje* **11**:46-52.
- Finnis, R. 1960. Road casualties among birds. *Bird Study* **7**:21-32.
- Fonseca, G. A. B., G. Herrmann, Y. L. R. Leite, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, and J. L. Patton 1996. *Lista anotada dos mamíferos do Brasil*. Conservation International, Washington, DC.
- Forkenbrock, D. J. 2001. Comparison of external costs of rail and truck freight transportation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **35**:321-337.
- Forman, R. T. T. 2003. *Road ecology: science and solutions*. Island Press.
- Forman, R. T. T., and L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* **29**:207-231.

- Forman, R. T. T., and R. D. Deblinger. 2000. The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. *Conservation Biology* **14**:36-46.
- Forman, R. T. T., B. Reineking, and A. M. Hersperger. 2002. Road Traffic and Nearby Grassland Bird Patterns in a Suburbanizing Landscape. *Environmental Management* **29**:782-800.
- Gatti, A., R. Bianchi, C. R. X. Rosa, and S. L. Mendes. 2006. Diet of two sympatric carnivores, *Cerdocyon thous* and *Procyon cancrivorus*, in a restinga area of Espirito Santo State, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **22**:227-230.
- Gehrt, S. D. 2002. Evaluation of Spotlight and Road-Kill Surveys as Indicators of Local Raccoon Abundance. *Wildlife Society Bulletin* **30**:449-456.
- Goosem, M. 2000. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: edge changes in community composition. *Wildlife Research* **27**:151-163.
- Goosem, M. 2001. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: inhibition of crossing movements. *Wildlife Research* **28**:351-364.
- Goosem, M. 2002. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. *Wildlife Research* **29**:277-289.
- Grilo, C., J. A. Bissonette, and M. Santos-Reis. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation* **142**:301-313.
- Gustafson, E., and G. Parker. 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology* **7**:101-110.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**:9pp.
- Hauer, S., H. Ansorge, and O. Zinke. 2002. Mortality patterns of otters (*Lutra lutra*) from eastern Germany. *Journal of Zoology* **256**:361-368.
- Hengemüle, A., and C. V. Cademartori. 2008. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da Estrada do Mar (RS-389). *Biodiversidade Pampeana* **6**:4-10.
- Hodson, N. 1960. A Survey of Vertebrate Road Mortality 1959. *Bird Study* **7**:224-231.
- Hodson, N. L. 1962. Some Notes on the Causes of Bird Road Casualties. *Bird Study* **9**:168 - 173.
- Jaeger, J. A. G., J. Bowman, J. Brennan, L. Fahrig, D. Bert, J. Bouchard, N. Charbonneau, K. Frank, B. Gruber, and K. T. von Toschanowitz. 2005. Predicting when animal

- populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* **185**:329-348.
- Johnson, W. C., and S. K. Collinge. 2004. Landscape effects on black-tailed prairie dog colonies. *Biological Conservation* **115**:487-497.
- Johnson, W. C., R. K. Schreiber, and R. L. Burgess. 1979. Diversity of Small Mammals in a Powerline Right-of-way and Adjacent Forest in East Tennessee. *American Midland Naturalist* **101**:231-235.
- Joyce, T. L., and S. P. Mahoney. 2001. Spatial and Temporal Distributions of Moose-Vehicle Collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin* **29**:281-291.
- Kanda, L. L., T. K. Fuller, and P. R. Sievert. 2006. Landscape associations of road-killed Virginia opossums (*Didelphis virginiana*) in central Massachusetts. *American Midland Naturalist* **156**:128-134.
- Laurance, W. F., S. G. Laurance, and D. W. Hilbert. 2008. Long-Term Dynamics of a Fragmented Rainforest Mammal Assemblage. *Conservation Biology* **22**:1154-1164.
- Lima, M. P. 2006. Custos logísticos na economia brasileira. *Revista Tecnológica* **11**:64-69.
- Lomolino, M. V., and D. R. Perault. 2001. Island Biogeography and Landscape Ecology of Mammals Inhabiting Fragmented, Temperate Rain Forests. *Global Ecology and Biogeography* **10**:113-132.
- Loughry, W. J., and C. M. McDonough. 1996. Are Road Kills Valid Indicators of Armadillo Population Structure? *American Midland Naturalist* **135**:53-59.
- Marchezan, E., G. M. Teló, J. I. Golombieski, and S. J. Lopes. 2006. Produção integrada de arroz irrigado e peixes. *Ciencia Rural* **36**:411-417.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel, and E. Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html), Amherst, MA, USA.
- McLellan, B. N., and D. M. Shackleton. 1988. Grizzly Bears and Resource-Extraction Industries: Effects of Roads on Behaviour, Habitat Use and Demography. *Journal of Applied Ecology* **25**:451-460.
- Mech, L. D. 1989. Wolf Population Survival in an Area of High Road Density. *American Midland Naturalist* **121**:387-389.
- Melo, E. S., and M. Santos-Filho. 2007. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zoociencias* **9**:185-192.

- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* **10**:58-62.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**:853-858.
- Nielsen, C. K., R. G. Anderson, and M. D. Grund. 2003. Landscape influences on deer-vehicle accident areas in an urban environment. *Journal of Wildlife Management* **67**:46-51.
- Oxley, D. J., M. B. Fenton, and G. R. Carmody. 1974. The Effects of Roads on Populations of Small Mammals. *Journal of Applied Ecology* **11**:51-59.
- Passamani, M. 2000. Análise da comunidade de marsupiais em Mata Atlântica de Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* **11**:215-228.
- Pedó, E., A. C. Tomazzoni, S. M. Hartz, and A. U. Christoff. 2006. Diet of crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**:637-641.
- Piatti, L., F. L. Souza, and P. L. Filho. 2010. Anuran assemblage in a rice field agroecosystem in the Pantanal of central Brazil. *Journal of Natural History* **44**:1215-1224.
- Pires, A. S., P. Koeler Lira, F. A. S. Fernandez, G. M. Schittini, and L. C. Oliveira. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation* **108**:229-237.
- Quadros, J., and E. L. A. Monteiro-Filho. 2006. Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pêlos-guarda de mamíferos brasileiros. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**:279-292.
- Ranta, P., T. O. M. Blom, J. Niemela, E. Joensuu, and M. Siitonen. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* **7**:385-403.
- Reijnen, R., R. Foppen, and H. Meeuwssen. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* **75**:255-260.
- Reijnen, R., R. Foppen, and G. Veenbaas. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation* **6**:567-581.
- Reis, N. R., A. L. Peracchi, W. A. Pedro, and I. P. Lima 2006. *Mamíferos do Brasil*. SEMA/SECTES-PR/UEL/UniFil/EdiFURB/Schering-Plough, Londrina.
- Ribeiro, M. C., J. P. Metzger, A. C. Martensen, F. J. Ponzoni, and M. M. Hirota. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest

- distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* **142**:1141-1153.
- Richardson, J. H., R. F. Shore, J. R. Treweek, and S. B. C. Larkin. 1997. Are major roads a barrier to small mammals? *Journal of Zoology* **243**:840-846.
- Riley, S. P. D., J. P. Pollinger, R. M. Sauvajot, E. C. York, C. Bromley, T. K. Fuller, and R. K. Wayne. 2006. A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology* **15**:1733-1741.
- Rocha, V. J., L. M. Aguiar, J. E. Silva-Pereira, R. F. Moro-Rios, and F. C. Passos. 2008. Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora: Canidae), in a mosaic area with native and exotic vegetation in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**:594-600.
- Rodrigues, R. G. 2007. Dinâmica populacional de duas espécies simpátricas de marsupiais Didelfídeos num fragmento florestal no sul do Estado do Paraná. Page 116. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Rolley, R. E., and L. E. Lehman. 1992. Relationships among Raccoon Road-Kill Surveys, Harvests, and Traffic. *Wildlife Society Bulletin* **20**:313-318.
- Rondinini, C., and C. P. Doncaster. 2002. Roads as Barriers to Movement for Hedgehogs. *Functional Ecology* **16**:504-509.
- Rost, G. R., and J. A. Bailey. 1979. Distribution of Mule Deer and Elk in Relation to Roads. *The Journal of Wildlife Management* **43**:634-641.
- RSI. 2005. The Environment for Visualizing Images - ENVI. Research Systems Inc., Boulder, CO, USA.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs, and C. R. Margules. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology* **5**:18-32.
- Seiler, A. 2005. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology* **42**:371-382.
- Silva, M. O., I. S. Oliveira, M. W. Cardoso, and V. Graf. 2007. Road kills impact over the herpetofauna of Atlantic Forest (PR-340, Antonina, Paraná). *Acta Biologica Paranaense* **36**:103-112.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* **163**:688.
- Spellerberg, I. F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology & Biogeography* **7**:317-333.
- Sprunt, A., Jr. 1937. Turkey Vultures Killed by Automobiles. *The Auk* **54**:383-384.
- Thiel, R. P. 1985. Relationship between Road Densities and Wolf Habitat Suitability in Wisconsin. *American Midland Naturalist* **113**:404-407.

- Trombulak, S. C., and C. A. Frissell. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* **14**:18-30.
- Turci, L. C. B., and P. S. Bernarde. 2009. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. *Biotemas* **22**:121-127.
- van Dyke, F. G., R. H. Brocke, and H. G. Shaw. 1986. Use of Road Track Counts as Indices of Mountain Lion Presence. *The Journal of Wildlife Management* **50**:102-109.
- van Langevelde, F., and C. Jaarsma. 2004. Using traffic flow theory to model traffic mortality in mammals. *Landscape Ecology* **19**:895-907.
- Varela, O., and E. H. Bucher. 2006. Passage time, viability, and germination of seeds ingested by foxes. *Journal of Arid Environments* **67**:566-578.
- Vieira, E. M. 1996. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Ciência e Cultura* **48**:270-272.
- Wilcox, B. A., and D. D. Murphy. 1985. Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction. *The American Naturalist* **125**:879-887.
- Wolf, M., and G. O. Batzli. 2002. Effects of forest edge on populations of white-footed mice *Peromyscus leucopus*. *Ecography* **25**:193-199.
- Yahner, R. H. 1988. Changes in Wildlife Communities Near Edges. *Conservation Biology* **2**:333-339.
- Zaleski, T., V. Rocha, S. A. Filipaki, and E. L. A. Monteiro-Filho. 2009. Atropelamentos de mamíferos silvestres na região do município de Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. *Natureza & Conservação* **7**:81-94.

**ANEXO I. Mamíferos de médio e grande porte registrados**

*Didelphis albiventris*



*Didelphis aurita*



*Tamandua tetradactyla*



*Dasypus novemcinctus*



*Leopardus tigrinus*



*Puma yagouaroundi*



*Cerdocyon thous*



*Galictis cuja*



*Lontra longicaudis*



*Procyon cancrivorus*



*Hydrochoerus hydrochaeris*



*Mazama americana*



*Sphiggurus villosus*



*Lepus europaeus*



*Dasyprocta azarae*



*Cuniculus paca*



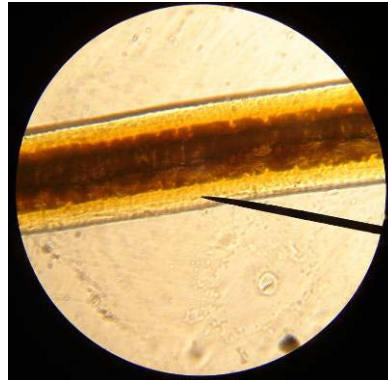
**ANEXO II.** Padrões dos pêlos das espécies cujos indivíduos foram identificadas por microscopia.

*Didelphis albiventris*

Padrão cuticular



Padrão medular

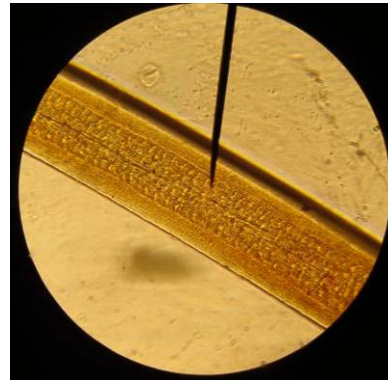


*Didelphis aurita*

Padrão cuticular



Padrão medular



*Puma yagouaroundi*

Padrão cuticular



Padrão medular

