

Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil

Influential factors on the over wild vertebrates in central region of Rio Grande do Sul, Brazil

Gilson de Souza Santana¹
gsstna@hotmail.com

Resumo

A perda de habitats ou sua fragmentação e a diminuição da conectividade entre ambientes são aspectos comuns em regiões com rodovias. Esses impactos têm estreita ligação com atropelamentos de vertebrados silvestres. O presente estudo visou identificar e quantificar os fatores que influenciam direta e indiretamente esses acidentes. Monitoraram-se quatro trechos (Norte, Sul, Leste e Oeste) de 100 km das rodovias BR 158, 287, 392 e RST 241, através de um percurso por semana em trecho diferente a cada viagem, totalizando 48, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009. O ponto inicial dos percursos foi a periferia da cidade de Santa Maria-RS, km zero do percurso, e o retorno pela mesma BR ocorreu depois de percorridos 100 km na rodovia. Foram registrados 829 indivíduos atropelados, pertencentes a quatro classes, 43 famílias e 83 espécies. O percentual de atropelamentos de mamíferos foi de 51,6%, de aves 31,9%, répteis 11,7% e de anfíbios 4,7%. O esforço amostral de 9600 km resultou na média de 0,086 animal atropelado/km. Os vertebrados mais atropelados foram: na classe dos mamíferos, o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), com 135 registros; em répteis, o lagarto-teiú (*Tupinambis merianae*), com 42 registros; em aves, a avoante (*Zenaida auriculata*), com 39 registros; e em anfíbios, o sapo cururu (*Rhinella icterica*), com 20 animais. Os eventos tiveram influência da sazonalidade, do tipo de matriz do entorno ao acidente, da pluviosidade e da temperatura. Não foram identificadas medidas mitigatórias eficientes nas pistas. Sugeriu-se a instalação de meios para a transposição das rodovias pela fauna em áreas críticas identificadas. Entretanto, são necessários mais estudos, a fim de identificar características específicas das rodovias e das espécies presentes na região.

Palavras-chave: animais silvestres, tráfego rodoviário, atropelamentos.

Abstract

The habitat loss or fragmentation and reduced connectivity between habitats are common features in areas with roads. These impacts have close liaison with trampling of wild vertebrates. This study aimed to identify and quantify the factors that influence directly and indirectly these accidents. Four sections (North, South, East and West) at 100 km of highway BR 158, 287, 392 and RST 241 were monitored, through a different route every week in each trip, totaling 48 in the period from December 2008 to December 2009. The starting point of the routes was the outskirts of Santa Maria, zero km of the route, returning by the same BR occurred after traveling 100 km on the highway. 829 individuals were recorded, belonging to four classes, 43 families and 83 species. The percentage of roadkill mammals was 51.6%; 31.9% of birds; 11.7% of reptiles; and 4.7% of amphibians. The sampling effort of 9600 km resulted in an average of 0.086 roadkill/km. The most roadkilled

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal (PPGBA). Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal Centro de Ciências Naturais e Exatas. Prédio 17, sala 1140-D. Cidade Universitária, Camobi, km 9, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

vertebrates were in the class of mammals the possum-to-ear-White (*Didelphis albiventris*), 135 records; in birds, eared dove (*Zenaida auriculata*), with 39 records; in reptiles, tegu lizard (*Tupinambis merianae*), with 42 records; and amphibians in the frog cururu (*Rhinella icterica*), with 20 animals. The events were affected by seasonality, type of matrix surrounding the accident, the rainfall and temperature. No effective mitigation measures were identified on the slopes. Installation media for the implementation of highways by wildlife in identified critical areas was suggested. However, more studies are needed in order to identify specific features of the highways and species that are present in the region.

Key words: wildlife, road traffic, running over.

Introdução

As estradas estão entre as alterações ambientais que causaram impactos mais extensos em paisagens naturais no século XX (Bergallo e Vera y Conde, 2001). Três princípios filosóficos norteiam a instalação de estradas: (i) princípio da inevitabilidade, ou seja, a necessidade de se construir estradas; (ii) princípio da identidade, que deve fazer com que o desenho da estrada guarde perfeita sintonia entre seu objetivo e o meio no qual está sendo instalado; e (iii) princípio do ambientalismo moderno, que faz a visão ambientalista moderna privilegiar o conservacionismo em detrimento do preservacionismo. Ou seja, uma boa medida para reduzir impacto ambiental é aquela que, paradoxalmente, conduz a ganhos econômicos futuros (Rodrigues *et al.*, 2002).

A fragmentação é uma das mais citadas causas da extinção das espécies e perda da diversidade biológica (Deon *et al.*, 2002). Ainda, para Saunders *et al.* (1991) a fragmentação produz os efeitos de alteração do micro clima (fluxo de radiação, vento e hidrodinamismo) e isolamento das parcelas do ambiente, em que a quebra na conectividade é um dos mais importantes impactos na fauna silvestre.

Nos países da Europa, a morte de animais por atropelamento tem sido identificada como uma das principais ameaças à vida selvagem (Sorensen, 1995). A maior parte dos levantamentos realizados ocorreu na América do Norte, Europa e Austrália. Trombulak e Frissel (2000) se destacaram por terem revisado mais de 170 trabalhos

referentes às consequências das rodovias em ecossistemas terrestres e aquáticos.

As estradas afetam a fauna pelas alterações do comportamento animal e pelas modificações nos padrões de movimentação, alterações do estado fisiológico, introdução de espécies exóticas, disseminação de doenças, fragmentação do habitat e isolamento populacional, degradação da qualidade da água, problemas devido ao explosivo crescimento econômico das regiões, e perda de indivíduos por colisões com veículos. Os anfíbios são descritos como especialmente vulneráveis aos atropelamentos devido à migração e pelo fato de os indivíduos serem imperceptíveis e às vezes lentos (Trombulak e Frissel, 2000). Para Romanini (2001), três tipos de efeitos ocorrem sobre os vertebrados silvestres quando há a presença de uma rodovia: (i) efeito barreira; (ii) efeito de evitação; e (iii) atropelamento.

Na BR 277, às margens do Parque Nacional do Iguaçu, no estado do Paraná, do total de animais atropelados, 45% pertenciam à classe dos mamíferos, 38% eram aves e os 17% restantes estavam divididos entre anfíbios 1% e répteis 16% (Lima e Obara, 2002). Para Tumeleiro *et al.* (2006), os atropelamentos na região de Uruguaiana (RS) geralmente acontecem perto de pontes, indicando que os animais utilizam as matas ciliares como corredores biológicos. Turci e Bernarde (2009) verificaram na Rodovia Estadual RO 383 mais animais atropelados no período da seca, possivelmente devido ao tráfego mais intenso por causa da exportação da safra.

Entretanto, existe a necessidade de esclarecer mais as causas dos atropelamentos de animais silvestres. Esta pesquisa teve como objetivos conhecer e avaliar quais as variáveis que influenciam direta e indiretamente os eventos de atropelamentos de vertebrados silvestres na região de estudo. Buscou-se também inventariar as espécies de vertebrados, analisando-se as seguintes influências: do sexo (em mamíferos), das implicações sazonais, da temperatura e da pluviosidade (períodos secos e chuvosos), do tipo de matriz do entorno imediato aos eventos, dos corpos d'água presentes em cada trecho de rodovia monitorado e discutir as possíveis medidas mitigatórias para a região estudada.

Material e métodos

Área de estudo

A região central do estado do Rio Grande do Sul é cortada pelas autoestradas BR 158, 287 e 392 (BRASIL, 2009). Quatro trechos de 100 km dessas três rodovias foram escolhidos para serem monitorados (Figura 1).

Para cada um dos quatro trechos foi estabelecido um ponto inicial (PI), que foi o km zero do percurso, os quais se encontram em locais próximos à periferia do município de Santa Maria (Tabela 1). Foi estabelecido também um ponto de retorno (PR) para cada trecho, localizado no km 100 a partir do PI respectivo. No trecho T4-Oeste foi utilizada a rodovia RS 241, nos últimos 20 km.

A maior parte da área de estudo está localizada na depressão central do

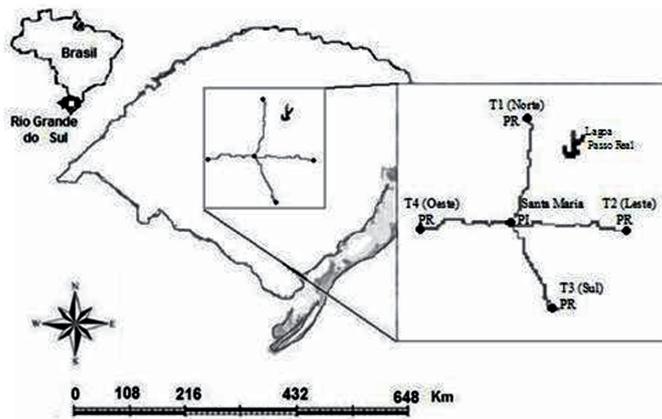


Figura 1. Área de estudo do monitoramento de animais silvestres atropelados (dezembro 2008 a dezembro 2009) incluídos os trechos das BR 158 (T1-Norte), 287 a leste (T2-Leste), 392 (T3-Sul), 287 a oeste e RST 241 (T4-Oeste), os Pontos Iniciais (PI) em Santa Maria e os Pontos de Retorno (PR) no km 100 de cada percurso.

Figure 1. Study area monitoring of wild animals road-killed (December 2008 to December 2009) including excerpts of the highway BR 158 (T1, North), 287 east (T2-Leste), 392 (T3-South), 287 west and RST 241 (T4-West), Initial Points (PI) in Santa Maria and Points of Return (PR) in 100 km of each route.

Tabela 1. Localização do Ponto Inicial (PI) de cada trecho de rodovia monitorada quanto a atropelamentos de vertebrados silvestres na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro 2009).

Table 1. Location of the Initial Point (PI) of each stretch of road monitored for wild vertebrates road-killed in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009).

Trecho	Rodovia	Coordenadas Geográficas dos PI
T1-Norte	BR 158	29° 42' 07.91" S e 53° 47' 36.29" O
T2-Leste	BR 287	29° 42' 11.36" S e 53° 47' 39.88" O
T3-Sul	BR 392	29° 43' 00.21" S e 53° 48' 34.40" O
T4-Oeste	BR 287	29° 41' 17. 97" S e 53° 53' 19.18" O

estado (T4-Oeste, T2-Leste), ocupa também áreas planas do planalto meridional (T1-Norte) e do escudo sul-rio-grandense (T3-Sul). Predominam as regiões de campos, que favorecem o traçado retilíneo das rodovias. Foram identificados 51 corpos d'água próximos (menos de 100 metros) das pistas, divididos em quatro lênticos e 47 lóticos cruzando sob a pista. Seis corpos d'água encontram-se no trecho T1 (Norte), 15 em T2 (Leste), 14 no trecho T3 (Sul) e 16 em T4 (Oeste). A matriz do entorno dos trechos monitorados é composta de fragmentos florestais remanescentes das unidades de vegetação original, nas quais predomina o bioma Pampa (IBGE,

2004). No entorno das rodovias monitoradas foi observado o predomínio de propriedades nas quais combinam-se agricultura, criação de pequenos animais, pastagem de bovinos, ovinos e caprinos, além de extensas lavouras de arroz, trigo, soja e de subsistência de milho e mandioca.

Delineamento amostral

Cada trecho foi monitorado uma vez por mês, ao longo de 12 meses, totalizando 400 km examinados e 9600 km percorridos. As viagens ocorreram semanalmente nas manhãs dos domingos em um trecho diferente a cada semana, a partir do início do verão de

2008 (21 de dezembro) até o final da primavera de 2009 (20 de dezembro), totalizando 48 percursos. Cada trecho, portanto, foi vistoriado 12 vezes durante o período do estudo e três vezes em cada estação. O monitoramento realizado nas manhãs possibilitou encontrar animais vitimados durante o crepúsculo, noite e amanhecer anteriores. Para percorrer os trechos, foi utilizada uma motocicleta (125 cc) com a velocidade média de 40 km/h. Os seguintes dados foram tomados em relação aos indivíduos atropelados:

- Fotografia do animal;
- Fotografia do tipo de matriz do entorno imediato (até 200 m da pista);
- Verificação do sexo em mamíferos: realizada dependendo do estado de decomposição e do grau de integridade do animal;
- Medida da distância do PI do trecho até o local onde foi encontrado o animal, realizada utilizando-se odômetro com precisão de um metro;
- Identificação da classe e espécie *in locu*: em caso de dúvidas foram utilizadas as fotografias para a identificação *a posteriori*, consultando bibliografias, coleções e especialistas.

As carcaças, após analisadas, foram descartadas para a área de refúgio (área após o acostamento com cerca de 3 m de extensão com gramíneas), a fim de evitar a recontagem.

A matriz de entorno das pistas foi categorizada em cinco tipos, em função da vegetação ou do uso da terra predominante: entorno 1- fragmento florestal nas duas margens, após a faixa de gramíneas (Frag); entorno 2, agricultura e/ou pastagem nas duas margens, incluindo campos nativos (Camp); entorno 3, fragmento florestal combinado com agricultura/pastagem ou campo nativo (FgCmp); entorno 4, área urbana nas duas margens, sem presença de vegetação (Urb); entorno 5, fragmento florestal combinado com área urbana (FgUrb).

Tratamento estatístico dos dados

Para uma primeira análise dos dados obtidos foi utilizada a estatística descritiva, a fim de calcular: a taxa de animais atropelados mensalmente por quilômetro nos quatro trechos de rodovias monitoradas (400 km) ao ano; por quilômetros percorridos (9.600 km); por quilômetro (100 km) de cada trecho (quatro) das rodovias monitoradas; as porcentagens de acidentes em todo o período, ocorridos em cada tipo de entorno, por sexo das espécies de mamíferos e por estações do ano. O coeficiente de variação (CV) foi utilizado nas análises sazonais dos atropelamentos. Em gráficos, foram comparadas as quantidades mensais de atropelamentos nas classes, com as médias de temperatura e precipitação mensais.

Posteriormente, os dados também foram tratados com estatística inferencial, através dos seguintes testes não-paramétricos: teste-G (aderência) utilizando a correção de Yates, quando os dados foram arranjados em 2x2, para testar ocorrência significativa de sexo em mamíferos e nas espécies com $n > 15$; também usado para testar a variação de atropelamento das espécies das classes nas estações. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar a associação das classes com os entornos. O teste G (tabela de contingência LxC) foi aplicado nas análises de riqueza nas quatro estações do ano. Com a Regressão Múltipla foi testada a associação entre os atropelamentos mensais nas classes e as médias de temperatura e pluviosidade. O coeficiente de correlação de Spearman foi aplicado para verificar a associação dos atropelamentos com os corpos d'água dos trechos. Todos os testes foram realizados no programa Biostat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007). Para a análise de suficiência amostral, foram feitas as curvas de acumulação de espécies para o conjunto das quatro classes, e para cada uma em separado com procedimentos de 50 aleatorizações, realizadas no programa EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2006).

Resultados

Foram inventariados 829 vertebrados silvestres pertencentes a quatro classes, 44 famílias, oito gêneros e 83 espécies (Tabela 2).

Obtiveram-se curvas de acumulação de espécies para o conjunto das quatro classes e para cada classe em separado, e o desvio padrão amostral (Figura 2). As três curvas com maior tendência para atingir a assíntota, ou seja, a estabilização no número de espécies encontradas foram a de mamíferos, a de anfíbios e a curva do conjunto das quatro classes. Em aves, contudo, não há tendência de estabilização da curva. O menor desvio padrão ocorreu em répteis e anfíbios. A tendência para a suficiência amostral, portanto, ocorreu na maior parte das classes amostradas. Porém, nenhuma das curvas se estabilizou, o que indica que não foram amostradas todas as espécies da região.

A média de atropelamentos por km/ano foi de 2,07 animais. Por mês, foi de 69 animais, e por km percorrido foi de 0,086 animal. Outros dados obtidos como resultado de estudos em outras rodovias podem ser comparados ao presente monitoramento (Tabela 3). A quantidade de registros por classe foi de 428 mamíferos (51,6%), 265 aves (32%), 97 répteis (11,7%), e 39 anfíbios (4,7%) (Figura 3).

Foram consideradas como espécies mais atropeladas durante todo o período aquelas cuja quantidade de atropelamentos foi maior ou igual ao desvio padrão (DP) de atropelamentos em todas as espécies registradas (DP=17,6): na classe Mammalia, *Didelphis albiventris* (n=136), *Conepatus chinga* (n=62), *Cerdocyon thous* (n=53), *Cavia aperea* (n=51), *Dasyypus* spp. (n=38), *Lycalopex gymnocercus* (n=25), *Procyon cancrivorus* (n=18); em Aves, *Zenaidura macroura* (n=39) *Furnarius rufus* (n=39) e *Guiraca guiraca* (n=19); na classe Reptilia *Tupinambis merriami* (n=42); e em Amphibia, a espécie *Rhinella icterica* (n=20).

Foi identificado o sexo de 82 machos e 31 fêmeas de mamíferos. Foram tes-

tadas as espécies *D. albiventris* com 27 machos e três fêmeas identificadas (G=20; gl=1; $p < 0,001$) e *C. aperea* com 22 machos e 10 fêmeas identificadas (G=3,8; gl=1; $p=0,049$). Para essas espécies, portanto, o teste se mostrou significativo, demonstrando que os machos tendem a serem mais atropelados do que as fêmeas. Quando a classe foi testada utilizando-se todos os mamíferos cujo sexo foi identificado, obteve-se resultado também significativo (G=25; gl=1 e $p < 0,0001$).

A variação sazonal dos atropelamentos

O número total de atropelamentos durante as estações do ano resultou nos seguintes percentuais: no verão ocorreram 264 (31,8%), no outono, 174 (21%), no inverno, 154 (18,6%), e na primavera, 237 atropelamentos (28,6%).

Foram consideradas como espécies mais atropeladas em determinada estação aquelas que tiveram quantidade maior ou igual ao DP da respectiva classe em cada estação (Tabela 4).

O coeficiente de variação (CV) de atropelamentos em mamíferos (CV=0,15) indica uma baixa dispersão dos registros dessa classe nas estações. Entretanto, aves (CV=0,45), répteis (CV=0,78) e anfíbios (CV=1,16) apresentaram alta dispersão nos registros durante as estações (Figura 4a).

Distribuindo-se o total de atropelamentos de cada estação entre as classes, as espécies de mamíferos mantiveram-se durante todo o período como as mais atropeladas, seguidas por aves, répteis e anfíbios (Figura 4b). Obteve-se diferença significativa para mamíferos, aves e répteis, e não significativa para anfíbios nas quatro estações quando aplicado o Teste G (Figura 4).

As médias mensais de temperatura e pluviosidade

A pluviosidade durante o ano de 2009, na região de Santa Maria variou de 129 a 154 mm. Os picos de

Tabela 2. Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro 2009): n= nº de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.

Table 2. Records of wild vertebrates roadkills in four stretches of highways BR 158, 287, 392 and RS 241 in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009): n = number of individuals, % = total roadkills.

Classe/Família	Gênero/espécie	Nome popular	n	%
Mammalia				
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	136	16,4
Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim *1	1	0,12
Dasypodidae	<i>Dasyopus</i> spp.	tatu mulita/galinha	38	4,58
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu peludo	10	1,21
Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	lebrão	7	0,84
Vespertilionidae	não determinado	morcego insetívoro	1	0,12
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco *1	2	0,24
	<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	1	0,12
	<i>Leopardus</i> sp.	gato-do-mato	5	0,6
	<i>Leopardus colocolo</i>	gato-palheiro *2	1	0,12
Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	53	6,39
	<i>Lycalopex gymnocercus</i>	cachorro-do-campo	25	3,02
Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	zorrião	62	7,48
Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	furão, furdo, furão-grande	11	1,33
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	18	2,17
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	rato-caseiro	1	0,12
Caviidae	<i>Cavia aperea</i>	preá	51	6,15
Hydrochoeridae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	2	0,24
Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço-cocheiro	5	0,6
Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	ratão-do-banhado	2	0,24
Aves				
Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	codorna-do-campo	10	1,21
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	1	0,12
Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	frango-d'água-azul	1	0,12
	<i>Pardirallus maculatus</i>	saracura-carijó	1	0,12
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	saracura-do-banhado	1	0,12
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	2	0,24
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	39	4,7
	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	1	0,12
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	15	1,81
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	19	2,29
	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	2	0,24
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-acanelado	7	0,84
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	coruja-da-igreja/suindara	1	0,12
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	6	0,72
	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	5	0,6
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus</i> sp.	bacurau	1	0,12
	<i>Caprimulgus rufus</i>	joão-corta-pau	4	0,48
	<i>Podager nacunda</i>	corcão	1	0,12
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	1	0,12
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	falcão-quiriquiri	2	0,24
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	2	0,24
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	chã-chã, pica-pau-do-campo	4	0,48
	<i>Colaptes melanochlorus</i>	pica-pau-verde barrado	1	0,12
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-do-bone-vermelho	3	0,36
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	1	0,12
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	39	4,7
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	2	0,24
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	2	0,24
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	1	0,12
	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	5	0,6
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	1	0,12
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	13	1,57
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	1	0,12
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabia-laranjeira	1	0,12
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	3	0,36
	<i>Turdus leucomelus</i>	sabia-do-barranco	2	0,24
Hirundinidae	não identificada	andorinha	1	0,12
Emberizidae	<i>Sicalis luteola</i>	canário-de-bando, típico	7	0,84
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	4	0,48
	<i>Poroaria coronata</i>	cardeal	4	0,48
	<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	4	0,48
	<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	4	0,48
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	5	0,6

Thraupidae	<i>Coryphospingus cuculatus</i>	tico-tico-rei	3	0,36
	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	5	0,6
Icteridae	<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	1	0,12
	<i>Crysmos ruficapillus</i>	garibaldi, dó-ré-mi, pássaro-do-arroz	5	0,6
Cardinalidae	<i>Sturnella supercilii</i>	polícia-inglesa-do-sul	1	0,12
Passeridae	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	azulão	1	0,12
Parulidae	<i>Passer domesticus</i>	pardal	1	0,12
	<i>Basileuterus leucoblefarus</i>	pula-pula-assobiador	1	0,12
aves não identificadas	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	3	0,36
			6	0,72
Reptilia				
Colubridae	<i>Chironius bicarinatus</i>	soiteira	2	0,24
	<i>Chironius sp.</i>	soiteira	1	0,12
Dipsadidae	<i>Xenodon merremii</i>	boipeva	1	0,12
	<i>Boiruna maculata</i>	muçurana	2	0,24
	<i>Mastigodryas bifossatus</i>	jararacuçu-do-brejo, cobra-do-arroz	3	0,36
	<i>Helicops infrataeniatus</i>	cobra d'água	3	0,36
	<i>Philodryas aestivus</i>	cobra verde	5	0,6
	<i>Liophis sp.</i>	cobra-do-capim	2	0,24
	<i>Thamnodynastes strigatus</i>	corredeira	2	0,24
	<i>Liophis poecilogyrus</i>	cobra-do-capim	5	0,6
	<i>Philodryas olfersii</i>	cipó verde, cobra cipó	2	0,24
	<i>Philodryas patagoniensis</i>	papa-pinto, palhereira, cobra-espada	2	0,24
Teiidae	<i>Tupinambis merianae</i>	teiú	42	5,07
Viperidae	<i>Rhinocerophis alternatus</i>	urutu-cruzeiro	2	0,24
	<i>Bothropoides pubescens</i>	jararaca-do-rabo-branco, jararaca pintada	2	0,24
Chelidae	<i>Crotalus terrificus</i>	cascavel	1	0,12
	<i>Hidromedusa sp.</i>	cágado	2	0,24
Elapidae	<i>Hidromedusa tectifera</i>	cágado pescoço-de-cobra	3	0,36
Emydidae	<i>Micrurus altirostris</i>	coral verdadeira	2	0,24
réptil/ofídio não identificado	<i>Trachemys dorbigni</i>	tigre d'água	13	1,57
			2	0,24
Amphibia				
Bufonidae	<i>Rhinella icterica</i>	sapo-cururu	20	2,41
	<i>Rhinella fernandezae</i>	sapinho-de-jardim	1	0,12
	<i>Rhinella sp.</i>	sapo	1	0,12
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-manteiga	3	0,36
	<i>Leptodactylus sp.</i>	rã	16	1,93
Total			829	100

Notas: *1 vulnerável; *2 em perigo Decreto nº 41.672, de 11 junho de 2002 (Marques *et al.*, 2002).

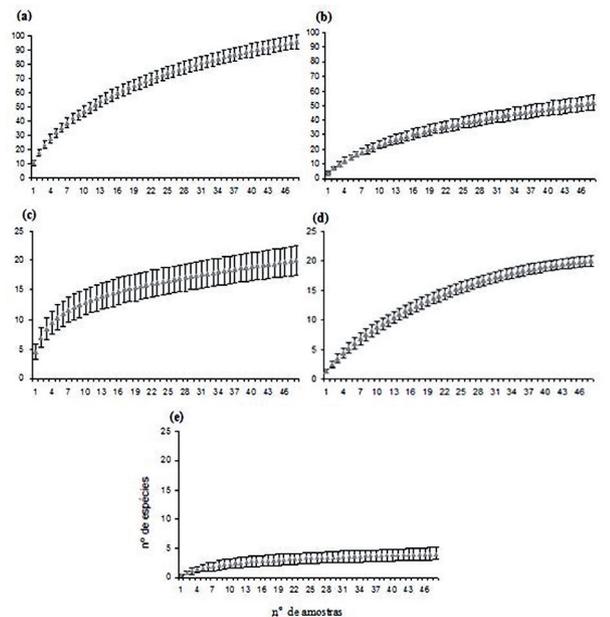


Figura 2. Número de espécies amostradas no período considerado com a curva de acumulação de espécies e seu desvio padrão amostral: quatro classes (a), aves (b), mamíferos (c), répteis (d), e anfíbios (e), registros de vertebrados silvestres atropelados em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RST 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro de 2008 a dezembro de 2009).

Figure 2. Number of species sampled during the studied period with the accumulation curve species and sample standard deviation: four classes (a), birds (b), mammalian (c), reptiles (d), and amphibians (e), records of wild vertebrates run over in four sections of the highways BR 158, 287, 392 and RST 241, in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009).

Tabela 3. Principais resultados obtidos em estudos realizados sobre atropelamentos de animais silvestres no Brasil: spp. = espécies; in = indivíduos; An = anfíbios; R = répteis; Av = aves; M =mamíferos.

Table 3. Main results obtained in studies on wildlife road-killed in Brazil: spp.= Species; in = individuals; An = Amphibians; R = reptiles; Av = birds; M = mammals.

Região de Estudo	Fonte	Km percorridos	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos	Indivíduos p/km
Rodovia RS-40 (RS)	Rosa e Mauhs (2004)	1.092	0	05 spp. 16 in (17,8%)	18 spp. 27 in (30%)	11 spp. 47 in (52,2%)	0,082 total 0,014 R 0,024 Av 0,043 M
Santa Catarina	Cherem <i>et al.</i> (2007)	30.100	-	-	-	20 spp. 257 in	0,008 M
Morro da Mina (PR)	Silva <i>et al.</i> (2007)	1.044	09 spp. 51 in	11 spp. 23 in	-	-	0,048 An 0,022 R
Parque Iguaçu (PR)	Cândido Jr. <i>et al.</i> (2002)	NI	02 spp. 02 in	06 spp. 33 in	21 spp. 67 in	18 spp. 146 in	-
Águas Emendadas (DF)	Rodrigues <i>et al.</i> (2002)	4.590	05 spp. 53 in (8%)	25 spp. 151 in (22,7%)	54 spp. 393 in (59,1%)	16 spp. 68 in (10,2%)	0,145 total 0,011 An 0,032 R 0,085 Av 0,014 M
Brasil Central	Vieira (1996)	9.300	-	-	-	15 sp. 82 in	0,008 M
Bragança (PA)	Pereira <i>et al.</i> (2006)	11.664	-	-	-	07 spp. 44 in	0,003 M
Rondônia RO 383	Turci e Bernarde (2009)	3.300	02 spp. 68 in (26,3%)	13 spp. 63 in (24,3%)	12 spp. 67 in (25,9%)	07 spp. 61 in (23,5%)	0,078 total 0,02 An 0,019 R 0,02 Av 0,018 M
noroeste do estado de São Paulo	Prada (2004)	12.440	02 spp 35 in (6%)	11 sp 56 in (9%)	45 ssp 310 in (52%)	23 sp 184 in (31%)	0,047 total 0,002 An 0,004 R 0,02 Av 0,014 M
Este estudo		9.600	4 spp 39 in (4,7%)	18 ssp 97 in (11,7%)	46 ssp 265 in (31,9%)	19 ssp 428 in (51,7%)	0,086 total 0,004 An 0,01 R 0,027 Av 0,044 M

Fonte: Adaptado de Turci e Bernarde (2009).

precipitações ocorreram em setembro (154 mm) e março (151 mm). Os períodos menos chuvosos foram registrados em maio (129 mm) e fevereiro (130 mm). A temperatura durante o ano de 2009 teve as médias registradas no intervalo entre 14,8°C e 24,8°C, com a média de temperatura mais baixa em junho de 2009 e as mais altas em janeiro e fevereiro de 2009 (CPTEC/INPE, 2010). Houve variação dos atropelamentos nas classes de acordo com as médias de temperatura e pluviosidade. Foi testada (Regressão Múltipla) a associação dos atropelamentos mensais nas classes de

acordo com as médias de temperatura e pluviosidade mensais, não se obtendo associação significativa para mamíferos e anfíbios e significativa para aves e répteis (Figura 5).

O tipo de matriz do entorno das pistas monitoradas

De acordo com as caracterizações do entorno das rodovias, obtiveram-se os seguintes percentuais de animais atropelados das quatro classes: 51,8% no entorno 2 – agricultura ou pastagem nas duas margens (Camp); 25,3% no entorno 1 – fragmento florestal nas

duas margens (Frag); 18,2% no entorno 3 – fragmento florestal combinado com agricultura e/ou pastagem (FgCmp); 3,1% no entorno 4 – área urbana nas duas margens (Urb); 1,4% no entorno 5 – fragmento florestal combinado com área urbana (FgUrb). Os atropelamentos nas classes foram distribuídos nos diversos tipos de entornos. A maior abundância para as quatro classes foi encontrada no entorno de agricultura e pastagem nas duas margens das pistas (Camp), considerada área aberta (Figura 6). O teste G aplicado para as 11 espécies mais atropeladas (n ≥ 15) foi não

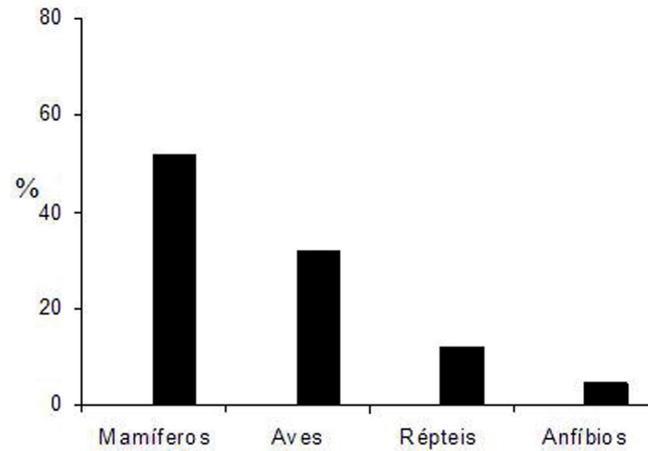


Figura 3. Atropelamentos por classe de vertebrados, em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do Estado do Rio Grande do Sul (dezembro de 2008 a dezembro de 2009).

Figure 3. Roadkills by class of vertebrate animals in four excerpts of the highways BR 158, 287, 392 and RS 241 in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009).

Tabela 4. Abundância das espécies mais atropeladas por estação de quatro classes de vertebrados silvestres, em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (2008/2009 no verão (Ver), outono (Out), inverno (Inv) e primavera (Pri) de 2009): DP= desvio padrão da classe na estação, * = quantidade menor que o DP ou não atropelado.

Table 4. Abundance of species most runover by season. Four classes of wild vertebrates in four sections of highways BR 158, 287, 392 and RS 241 in the central region of Rio Grande do Sul State (2008/2009 summer (Ver), autumn (Out), winter (Inv) and spring (Pri), 2009): DP= standard deviation of the class in the season, * = less than DP or not run over.

Classes/Espécies	Ver	Out	Inv	Pri
Mammalia	DP=10,8	DP=9,7	DP=10,1	DP=8,1
<i>Didelphis albiventris</i>	40	36	37	22
<i>Dasyus spp.</i>	12	11	*	10
<i>Cerdocyon thous</i>	14	18	15	*
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	13	14	*	*
<i>Conepatus chinga</i>	12	11	13	23
<i>Cavia aperea</i>	20	13	*	9
Aves	DP=2,7	DP=2,2	DP=1,3	DP=5,3
<i>Guira guira</i>	8	9	*	*
<i>Crotophaga ani</i>	7	4	3	*
<i>Turdus amaurochalinus</i>	*	*	2	*
<i>Zenaida auriculata</i>	11	5	7	16
<i>Furnarius rufus</i>	10	5	3	21
<i>Pitangus sulphuratus</i>	*	*	3	4
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	*	*	2	*
<i>Volatinia jacarina</i>	*	*	2	*
<i>Ammodramus humeralis</i>	*	10	2	*
<i>Rhynchotus rufescens</i>	4	*	*	*
<i>Poroaria coronata</i>	3	*	*	*
<i>Tyrannus savana</i>	3	*	*	*
<i>Aramides saracura</i>	*	*	2	*
Reptilia	DP=6,5	DP=0,7	DP=0	DP=5,3
<i>Tupinambis merianae</i>	23	*	*	19
<i>Trachemys dorbigni</i>	*	3	*	7
Amphibia	DP=2,1	DP=0	sem DP	DP=5,9
<i>Rhinnella icterica</i>	4	*	*	8
<i>Leptodactylus spp.</i>	*	*	*	15

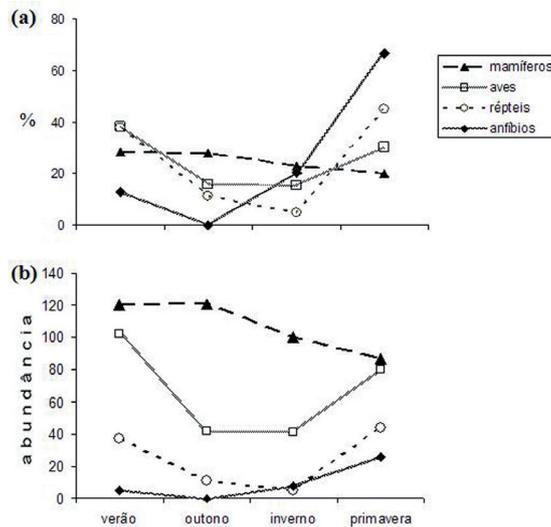


Figura 4. (a) Diferença da quantidade de atropelamentos de mamíferos, aves e répteis entre as estações; (b) Comparação de atropelamentos em cada estação nas quatro classes de vertebrados - registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro 2009). Mamíferos (TesteG=98,7; gl=57 e $p < 0,0005$), aves (TesteG=206,12; gl=153 e $p < 0,002$); Répteis (TesteG=206,12; gl=57 e $p < 0,01$); e anfíbios (TesteG=18,8; gl=12 e $p < 0,09$).

Figure 4. (a) Difference in the amount of mammalian road-killed, birds and reptiles comparing seasons, (b) comparison of roadkills in each season in the four classes of vertebrates - records obtained in the four monitored sections of highways BR 158, 287, 392 and RS 241, in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009). Mammals (TesteG = 98.7, gl=57 and $p < 0,0005$), birds (TesteG = 206.12, gl= 153 and $p < 0,002$); reptiles (TesteG = 206,12, gl= 57 and $p < 0,01$) and amphibians (TesteG = 18.8, gl= 12 and $p < 0,09$).

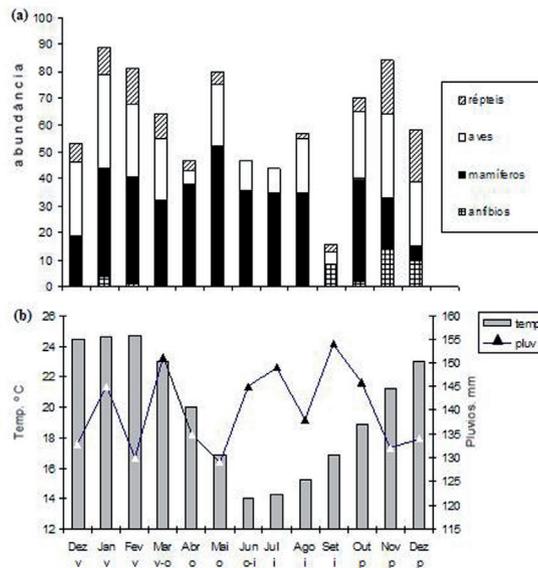


Figura 5. (a) Número de atropelamentos mensais de vertebrados silvestres de acordo com a variação da temperatura e pluviosidade, registros obtidos em quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro 2009); e (b) Médias de pluviosidade (▲) e temperatura (■) mensais, na região de Santa Maria (RS) (dezembro de 2008 a dezembro de 2009): v=verão; o=outono; i=inverno; p=primavera. Mamíferos (FR=0,65; $p=0,54$) e anfíbios (FR=0,26; $p=0,77$); aves (FR=4,6; $p=0,03$) e répteis (FR=6,8; $p=0,01$).

Figure 5. Number of monthly of wild vertebrates roadkilled according to the variation of temperature and rainfall, records obtained in four monitored sections of the highways BR 158, 287, 392 and RS 241 in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009), and (b) Mean rainfall (▲) and temperature (■) per month in the region of Santa Maria (RS) (December 2008 to December 2009): v=summer; o=autumn; i=winter; p= spring. Mammals (FR= 0,65; $p = 0,54$) and amphibians (FR = 0,26; $p = 0,77$), birds (FR = 4.6, $p = 0.03$) and reptiles (FR = 6.8, $p = 0.01$).

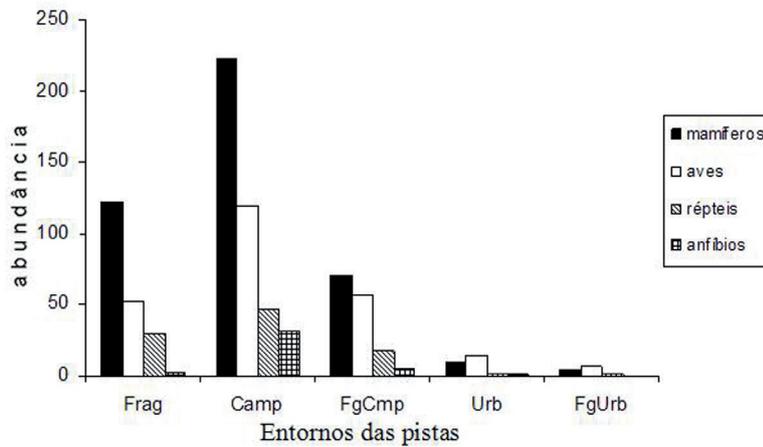


Figura 6. Número de atropelamentos nas classes de vertebrados, com a variação nos diferentes entornos das rodovias, registros obtidos em quatro trechos monitorados nas BR 158, 287, 392 e RST 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro de 2009).

Figure 6. Number of roadkilled animals in the vertebrate classes, with the variation in the different roads and environs, records obtained in four sections of the monitored highways BR 158, 287, 392 and RST 241, in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009)

significativo ($G=1,64$; $gl=2$ e $p=0,45$) para a espécie *C. ani*, que não se associou a nenhum entorno, e significativo ($p<0,005$) para as outras dez espécies: *D. albiventris* e *T. merianae* apresentaram maior associação com o entorno onde fragmento florestal estava presente (Frag), *C. thous*, *L. gymnocercus*, *C. aperea*, *C. chinga*, *G. guira*, *Z. auriculata*, *F. rufus* e *R. ictericus* com área aberta, entorno com agricultura e pastagem (Camp).

O teste de Kruskal-Wallis (KW), aplicado à riqueza nas quatro classes em determinado entorno, foi significativo para três classes: mamíferos ($H=29,4$; $gl=4$ e $p<0,0001$), aves ($H=37$; $gl=4$ e $p<0,0001$) e répteis ($H=32,7$; $gl=4$ e $p<0,0001$). Desse modo, essas classes demonstraram mais associação com o entorno área aberta (Camp), ambiente onde foram mais atropeladas. Para anfíbios, entretanto, o resultado do teste foi não significativo ($H=7$; $gl=4$ e $p=0,13$), indicando que a classe não se associa a nenhum entorno específico, sendo vítima em qualquer um deles. O teste de comparação de entornos *a posteriori* ao KW (método de Dunn) resultou

em associação não significativa (ns) ou significativa ($p<0,05$), para as quatro classes nos diferentes tipos de entornos (Tabela 5).

Os atropelamentos em relação aos corpos d'água dos trechos

O Teste de Coeficiente de Correlação de Spearman demonstrou que existe associação dos atropelamentos de mamíferos, aves e anfíbios com os corpos d'água ($rs=0,8$ e $p=0,19$, para as três classes); porém, não é significativa. Répteis, entretanto, não apresentaram associação significativa com os corpos d'água ($rs=0,4$; $p=0,6$).

Medidas mitigatórias existentes na área de estudo

Em todos os trechos monitorados das rodovias não foi verificada nenhuma construção ou sinalização (túneis, passarelas, sinalização vertical, passagens em dois níveis, extensão de pontes, outros), que pudessem ser consideradas como mitigatórias aos atropelamentos. Nos trechos T4 (Oeste), no km 87,9 e T2 (Leste), no

km 87,2, existem placas de avisos para "animais na pista", mas trata-se de alerta para a existência de animais de criação comercial (bovinos), e não para fauna nativa.

A atitude dos motoristas de centenas de veículos observados variou em diferentes casos em relação às carcaças. As situações mais comuns foram: motoristas de veículos grandes (caminhões e ônibus) raramente desviam dos animais mortos na pista, qualquer que seja o tamanho da carcaça, principalmente quando já estão parcialmente esmagadas. Os condutores de automóveis de passeio tentam desviar se o animal for de médio porte. Estes mesmos motoristas, mesmo quando o animal atropelado é pequeno, tendem também a desviar. Obviamente, os animais não avistados devido ao seu tamanho reduzido, como algumas espécies de rãs, lagartixas e sapos, são esmagados por ambos os tipos de veículos.

Discussão

A suficiência amostral e as classes mais atropeladas

As curvas de acumulação de espécies, apesar das tendências para a assíntota em mamíferos e anfíbios, indicam que a comunidade de vertebrados não foi suficientemente amostrada. Ou seja, isso demonstra que a riqueza na área é potencialmente maior que a registrada. A menor tendência à assíntota na classe das aves, provavelmente, está relacionada ao elevado número de espécies na região de Santa Maria, na qual, através de *check lists*, foram registradas 251 espécies não endêmicas e cerca de 40 espécies migratórias (Cechin *et al.*, 2009). Todas as classes apresentaram, até o final da amostragem, novas espécies no inventário, demonstrando que ainda haviam animais a serem amostrados. Provavelmente, são animais que não são atropelados com frequência pelo pouco contato que tem com as pistas ou possuem maior habilidade em

Tabela 5. Associação das quatro classes de vertebrados com os cinco entornos: ns= diferença não significativa entre os dois tipos de entornos e $p < 0,05$ =significativo (diferença na associação aos entornos), registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul (dezembro 2008 a dezembro 2009).

Table 5. Association of four vertebrate classes with five roads and their environs: ns = no significant difference between the two types of environs and $p < 0.05$ = significant (difference in association with the environs), records obtained in the four monitored sections of highways BR 158, 287, RS 392 and 241 in the central region of Rio Grande do Sul State (December 2008 to December 2009).

Combinação de Entornos	Classes e valores de p: ns e <0,05			
	Mamíferos	Aves	Répteis	Anfíbios
Frag e Camp	ns	ns	< 0,05+Camp	ns
Frag e FgCmp	ns	ns	ns	ns
Frag e Urb	< 0,05+Frag	ns	ns	ns
Frag e FgUrb	< 0,05+Frag	< 0,05+Frag	ns	ns
Camp e FgCmp	ns	ns	< 0,05+Camp	ns
Camp e Urb	< 0,05+Camp	< 0,05+Camp	< 0,05+Camp	ns
Camp e FgUrb	< 0,05+Camp	< 0,05+Camp	< 0,05+Camp	ns
FgCmp e Urb	ns	< 0,05+FgCmp	ns	ns
FgCmp e FgUrb	< 0,05+FgCmp	< 0,05+FgCmp	ns	ns
Urb e FgUrb	ns	ns	ns	ns

Nota: Frag/Fg=ambiente de floresta; Camp/Cmp=área aberta; Urb= área urbana; + = maior associação com o entorno identificado da combinação.

atravessá-la. Quanto ao desvio padrão o maior foi observado no gráfico dos mamíferos, demonstrando que há uma diferença maior quando comparados ao de anfíbios e répteis.

Uso do habitat e abundância de espécies

Uma vez que o atropelamento foi a única fonte de dados, somente é possível afirmar a existência de uma “abundância relativa” das espécies mais amostradas. *Didelphis albiventris* foi a espécie mais vitimada. Esses atropelamentos indicam estreita ligação com a descrição do animal como bastante comum e oportunista, encontrado em diversos tipos de habitats no Rio Grande do Sul (Silva, 1984). A presença desse marsupial também foi registrada com maior frequência (57,1%) na rodovia RS-040, alcançando uma média de 1,1 indivíduos atropelados diariamente (Rosa e Mauhs, 2004). Na periferia de Santa Maria, antes do PI dos percursos é comum encontrar o animal atropelado próximo a áreas florestais da cidade. *D. albiventris* não foi encontrado por Milli e Passamani (2006) na ES-259, onde a espécie não ocorre

naturalmente. Outro representante da mesma família foi amostrado, *D. aurita* (gambá-de-orelha-preta). Trata-se, nesse caso, de uma espécie congênere que substituiu a outra nos registros em virtude de sua distribuição. Esses atropelamentos também foram atribuídos à abundância dessa espécie naquela região do Espírito Santo. Prada (2004) registrou o lagarto-teiú na região noroeste do estado de São Paulo como a segunda espécie mais vitimada entre os répteis. Sua abundância também foi citada como uma possível causa dos acidentes. Também no presente estudo, pode-se atribuir à abundância relativa do teiú como um dos motivos para o elevado índice de registros. A ave mais registrada foi *Zenaida auriculata* (avoante), devido a seu hábito de forragear nas pistas, uma vez que é frequente a visualização de avoantes se alimentando nas rodovias (Cândido Jr. et al., 2008). *Crotophaga ani* (anu-preto) e *Guira guira* (anu branco) são as outras espécies com alto índice de registro. Ambas também forrageiam grãos na pista e apresentam o comportamento de necrofagia, o que as expõe ao buscar alimento nas carcaças. Rosa e Mauhs (2004) amostraram mais o

anu-preto, com 12 indivíduos atropelados. Na rodovia ES-259, Milli e Passamani (2006), *C. ani* com cinco (15,6%) e *Zonotrichia capensis* (tico-tico rei) com três (9,3%). O voo facilita o deslocamento entre os fragmentos vegetais, e, além disso, o acostamento é usado pelas aves para tomar “banho de terra”, o que as expõe ainda mais. *Furnarius rufus* (joão-de-barro) teve alto índice de registro. Segundo Sick (1997), *F. rufus* é um dos pássaros mais populares do país, sendo mais abundante no sul do Brasil em fazendas, parques e cidades. No presente estudo, a abundância da ave foi percebida pelo alto índice de registros e pela grande nidificação em todos os trechos das rodovias monitoradas. Além das “casas de barro” posicionarem-se comumente na trave superior (cruzeta) dos postes trifásicos (Amorim e Filippini, 2006), também foram observados esses tipos de ninhos em troncos, mourões de cercas e em residências rurais. Essa espécie também se expõe ao forragear na pista. A espécie *Conepatus chinga* (zorri-lho) foi o mefitídeo mais atropelado. A abundância relativa do animal pode ser considerada um fator que favore-

ceu a incidência de registros. Também verificaram essa espécie como uma das mais atropeladas Tumeleiro *et al.* (2006), na região de Uruguaiana (RS), com $n=9$ (15,5%), e Rosa e Mauhs (2004), na RS-040, com $n=4$ (19%). A espécie habita preferencialmente áreas de vegetação aberta, como campos, bordas de matas em recuperação e clareiras (Cáceres, 2006 [2004]; Santos *et al.*, 2006 [2004]). No presente estudo, a espécie foi mais encontrada em ambiente de agricultura e pastagem – área aberta, portanto. A relativa abundância do animal na região pode estar ligada à sua adaptação a essas áreas antropizadas. Sua movimentação é mais lenta do que a maioria dos mefitídeos (Silva, 1994). Isso pode também favorecer o seu atropelamento ao ocupar as pistas.

Cavia aperea (preá) foi outro mamífero muito atropelado. O animal ocupa estrato herbáceo onde geralmente faz trilhas e sua reprodução ocorre em ninhos construídos em moitas de gramíneas (Moojen, 2006 [1952]). No entorno de todas as rodovias existem extensos segmentos com vegetação de gramíneas e herbáceas, que são utilizadas pelo animal. A espécie foi também a mais amostrada por Tumeleiro *et al.* (2006), com $n=16$ (27,5%).

Dasypus spp. e *Euphractus sexcinctus* (tatu peludo) foram os tatus mais atropelados. Esses animais parecem ter um bom sentido de olfato e de audição, mas a visão é pouco desenvolvida (McDonough e Loughry, 2006 [2001]). *Euphractus sexcinctus* apresenta uma ampla variedade de itens alimentares, incluindo a carniça (Dalponte e Tavares-Filho, 2006 [2004]). Assim, a pouca visão e a ocupação das pistas para necrofagia colaboram para o atropelamento desses tatus.

Interações entre a sazonalidade e outros fatores

Durante as estações, o baixo coeficiente de variação nos registros de mamíferos pode ser explicado por aspectos ligados ao hábito das espécies.

O comportamento desses animais em buscar a complementaridade de habitat permanece durante todas as estações, pela sua própria condição de endotermia. As oscilações nas médias de temperatura e pluviosidade não alteraram substancialmente o comportamento de mamíferos, que foram amostrados durante todas as estações. Isso também foi demonstrado nos testes pela falta de associação significativa dos atropelamentos em mamíferos com as médias de temperatura e pluviosidade.

Os canídeos *C. thous* (graxains-domato) e *L. gymnocercus* (graxains-do-campo) figuraram como espécies de mamíferos mais atropeladas. Os primeiros apresentam maior movimentação no outono, diminuindo na primavera, época em que ocorrem os nascimentos dos filhotes (Faria-Corrêa, 2004). Durante o outono, houve o maior número de atropelamentos de *C. thous* ($n=18$), e na primavera o menor ($n=5$). Os fatores como a necessidade desses animais quanto à área de vida, estimada em 4,5 km² para fêmea e de 2,8 a 3,8 km² para machos, em localidades de Mata Atlântica (Nakano-Oliveira, 2006 [2002]), a independência dos filhotes, que ocorre entre o quinto e sexto mês de vida, e a maturidade aos nove (Rodrigues e Auricchio, 2006 [1994]) podem explicar, em parte, o aumento da incidência dos atropelamentos, em virtude de uma maior dispersão pela região. *C. thous* é onívoro, generalista e oportunista, cuja dieta varia sazonalmente, e na qual também está incluída a carniça (Rocha Mendes, 2006 [2005]; Nakano-Oliveira, 2006 [2002]). Isso pode expor mais o animal aos atropelamentos. O canídeo foi o mais amostrado por Tumeleiro *et al.* (2006), com $n=9$ (15,5%), e por Hengemühle e Cademartori (2008), com $n=15$ (10,4%). Essas últimas autoras concordaram sobre a área de vida e hábito alimentar mencionados como parte das causas para os atropelamentos de *C. thous*.

Apenas aves e répteis responderam aos testes quanto às diferenças de

médias de temperatura nas estações do ano. Essa associação significativa para répteis está ligada ao representante da família Teiidae, *Tupinambis merianae* (teiú), réptil mais amostrado. Seu comportamento de termorregular nas pistas no verão expõe o animal durante toda a estação. Nesse período, ocorreram 23 atropelamentos. *Tupinambis* sp. ocorre mesmo em áreas bastante exploradas, pois prefere habitar em sítios e chácaras perto das casas, onde vasculha o lixo para se alimentar (Queiroz, 1997). É comum durante o verão observar o animal na pista ou acostamento, próximo a comunidades, saindo e voltando da zona de refúgio. No outono e inverno, essa espécie não foi amostrada. A média de temperatura no final do outono chegou ao menor índice do ano, e durante o inverno a média não ultrapassou os 16°C. As médias de temperaturas nas estações quando ocorreram os acidentes com o lagarto foram as mais altas do ano. O lagarto teiú retornou aos registros na primavera com $n=19$. Nessa estação, a média das temperaturas se elevou até 23°C. Nos meses de baixas temperaturas, o animal tem a movimentação extremamente reduzida, a ponto de não ser registrado ou sequer avistado nas rodovias. Outras causas podem estar presentes, porém existe o forte indicativo de que o fator temperatura colabora muito para que aconteça o atropelamento dos indivíduos. Rosa e Mauhs (2004), no grupo de répteis, registraram o teiú com 32,8%, porém o animal também não foi registrado durante as estações de outono e inverno.

Rhinella icterica (sapo cururu) foi o anfíbio mais amostrado. Na primavera e no verão, quando a espécie tem uma movimentação maior, os índices pluviométricos foram os mais altos, o que torna a espécie muito vulnerável. A ausência de amostra das espécies menores no inverno pode estar ligada às baixas temperaturas, fator limitante para a classe, e ao tamanho corporal. Os animais após atropelados permaneceriam na pista, sendo esmagados

por completo. Aliam-se a isso os motivos levantados por Prada (2004), que também considera o menor volume e o peso corporal, mas acrescenta a retirada da carcaça inteira por animais de rapina, a dificuldade de visualização pelo observador e a rápida deterioração como fatores que colaboram para o baixo registro de anfíbios e répteis pequenos. Somente no outono não foram registrados anfíbios, período que ocorreram os menores índices pluviométricos. Chuvas fortes, localizadas e esporádicas também atraem esses animais para a pista.

A presença de corpos d'água e os atropelamentos

Anfíbios não tiveram associação com nenhuma das categorizações para o ambiente de entorno, indicando que são atropelados indiferentemente em qualquer um deles. Isso pode ser explicado pelo fato de esses animais responderem mais em relação à presença de corpos d'água, os quais podem estar em qualquer entorno, inclusive em áreas urbanizadas, do que a qualquer outro local sem fonte de água.

O Teste de Spearman associou os atropelamentos em mamíferos, répteis e anfíbios com os corpos d'água. Nos 100 km da BR 158 (T1-Norte) foi registrado o menor número de atropelamentos e também a menor quantidade de corpos d'água contíguos às pistas, apenas seis. Nos trechos T2, T3 e T4 a quantidade foi de 15, 13 e 16, respectivamente. Em T4 foi registrado o maior percentual de mamíferos, répteis e anfíbios atropelados. Extensas áreas alagadas também foram observadas durante a primavera em vários segmentos dos trechos T2, T3 e T4, os quais se aproximaram a poucos metros das pistas. Durante a primavera ocorreu o pico de atropelamentos de anfíbios em T4, justamente na época do aumento de corpos d'água temporários nesse segmento de rodovia, ocasionados pelas chuvas da estação. Os répteis das famílias Emydidae e Chelidae (cágados) foram também mais

atropelados nesse trecho, na mesma época em que os corpos d'água temporários estavam presentes.

A influência do sexo e faixa etária em mamíferos

Os testes aplicados sugerem fortemente que os machos de mamíferos são mais vulneráveis aos atropelamentos. Os graxains-do-mato apresentam maior atividade no outono, diminuindo na primavera, época em que ocorrem os nascimentos dos filhotes (Faria-Corrêa, 2004). Ocorre, então, a diminuição da mobilidade da fêmea, interferindo nos percentuais de fêmeas atropeladas. A falta de registros de filhotes, excetuando-se o caso da fêmea de *D. albiventris*, registrada com os filhotes no marsúpio, pela própria característica de transportar a ninhada, indica que as fêmeas se afastam com os filhotes das pistas. Dessa forma, a ausência de filhotes nos registros indica uma contribuição para a manutenção da população das espécies mais atropeladas na região, as quais são vitimadas sistematicamente, sendo ainda registradas. Esse estudo demonstrou que existe uma forte tendência dos machos de serem atropelados mais do que as fêmeas na classe Mammalia.

O tipo de entorno das pistas e o local das carcaças

A maior associação dos atropelamentos ocorreu com o entorno de agricultura e/ou pastagem nas duas margens, área aberta (Camp). Isso pode estar ligado às muitas espécies que ocupam naturalmente esse tipo de ambiente, e/ou pelo fato de o ambiente aberto ocorrer em maior quantidade na região. Foi significativa a diferença de atropelamentos no ambiente onde aparece área aberta em oposição à área urbana para as classes de mamíferos, répteis e aves. O entorno com área urbana nas duas margens (Urb) ou área urbana, ainda que combinada com fragmento florestal (FgUrb), constituíram-se em entornos que provocam o afastamen-

to dos animais e a consequente associação dos atropelamentos com áreas abertas ou florestais sem a presença de área urbana.

Medidas mitigatórias e compensatórias

Para Cuperos (2005), o traçado das rodovias, sua gestão e restauração precisam ser mais cuidadosamente planejadas para contemplar toda a gama de processos ecológicos e de espécies aquáticas e terrestres que podem ser afetadas. Prada (2004) refere-se a passagens subterrâneas, como túneis para gado e tubulações estreitas para drenagem, existentes em sua região de estudo. Percebe-se que nenhuma passagem de fauna citada pela autora é específica para animais silvestres, mas locais onde se presume o uso pelas espécies. Situação similar ocorre nas rodovias monitoradas no presente estudo.

A Resolução Conama 237/97, em seu Art. 2º, parágrafo 1º, Anexo 1 (Brasil, 1997), estabelece um rol de obras e atividades modificadoras do meio ambiente, e exige a realização prévia do Estudo de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental. Na prática, entretanto, estão ausentes nos estudos sobre atropelamentos relatos de construções específicas feitas antes do funcionamento das rodovias, que deveriam atender as espécies silvestres. São comuns sugestões de possíveis medidas mitigatórias em estradas já construídas, e em pleno funcionamento (Lima e Obara, 2006; Cândido Jr. *et al.*, 2008; Tumeleiro *et al.*, 2006).

Bager *et al.* (2007) ressaltam que o conhecimento sobre os impactos dos atropelamentos na fauna selvagem é precário. Ainda há a preocupação em caracterizar o problema e pouco é realizado para efetivamente minimizá-lo. Acredita-se que os órgãos ambientais somente se mobilizarão para esse tema quando houver uma pressão da comunidade científica para a criação de normas específicas de estudos que contemplem monitoramentos pré e pós-implantação de sistemas de proteção.

É importante realizar mais estudos para a implantação de medidas, como dispositivos de travessia e/ou de contenção de fauna. O uso desse tipo de medida requer mais informações sobre as espécies vitimadas, já que alguns dispositivos podem não funcionar adequadamente ou até mesmo prejudicar determinados táxons (Hengemühle e Cademartori, 2008). Contudo, se em áreas de maior concentração de animais forem tomadas medidas efetivas para a redução da velocidade, fator decisivo nos atropelamentos, o tempo para reação do animal seria maior em relação aos veículos. Medidas sócio-educativas também podem evitar acidentes fatais nas rodovias monitoradas.

Conclusão

Analisando-se os dados obtidos, verifica-se que atropelamentos de vertebrados silvestres é uma questão relevante para a conservação animal, na região de estudo. Foram registradas espécies de interesse em virtude de estarem classificadas como “vulnerável” e “em perigo”, na Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no estado do Rio Grande do Sul.

No inventário dos atropelamentos, tanto a abundância de indivíduos quanto a riqueza de espécies resultou em números elevados, quando comparado a outros estudos. Entretanto, os números levantados são potencialmente maiores do que foi possível amostrar, segundo indica as curvas de acumulação de espécies.

Os machos de duas espécies de mamíferos amostradas na região têm a tendência de serem mais atropelados do que as fêmeas, e existe uma tendência geral na classe dos mamíferos de os machos serem mais vitimados.

A sazonalidade determinou diferenças nos atropelamentos nas classes. No verão houve mais mamíferos, aves e répteis vitimados, enquanto que anfíbios foram mais atropelados na primavera.

A associação do número de atropelamentos com a temperatura e pluviosidade

de ocorreu somente em répteis e aves.

As quatro classes de animais associaram-se mais ao entorno aberto, onde ocorria agricultura, pastagem e campos nativos.

Não existem medidas mitigatórias e/ou compensatórias eficientes e em quantidade suficiente na região. Recomenda-se, para sua implementação, que as medidas tenham relação direta com as espécies, as características do ambiente e das rodovias da região.

Referências

- AMORIM, M.E.; FILIPPINI, A. 2006. Nidificação do joão-de-barro, *Furnarius rufus* (Passeriformes, Furnariidae) em estruturas de distribuição de energia elétrica em Santa Catarina. *Ornithologia*, 1(1):121-124.
- AYRES, M.; AYRES, J. M.; AYRES, DL; SANTOS AS. *BioEstat 5.0*. 2007. *Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá (MCT). Belém (PA): Imprensa Oficial do Estado do Pará, IDE, 364 p.
- BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; PEREIRA, T.S.M.; HOBUS, Q. 2007. Fauna selvagem e atropelamento: diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In: A. BAGER (ed.), *Áreas Protegidas: repensando as escalas de atuação*. Porto Alegre, Armazém Digital, p. 49-62. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbxIY29sb2dpYWVzdHJhZGFzZGd4OjRlNmQ2YjA3YzZhZTRlZQ&pli=1>. Acesso em: 15/07/2010.
- BERGALLO, H.G.; VERA y CONDE, C.F.O. 2001. Parque Nacional do Iguazu e a estrada do Colono. *Ciência Hoje*, 29:37-39.
- BRASIL. 1997. Resolução CONAMA N° 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 25/03/2010
- CÁCERES, N.C. 2006.[2004]. Occurrence of *Conepatus chinga* (Molina) (Mammalia, Carnivora, Mustelidae) and other terrestrial mammals in the Serra do Mar, Paraná, Brasil. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC p. 232-275.
- CÂNDIDO, J.F. Jr; SNAK, C.; CASTALDELLI, A.P.A.; BROCARD, C.R.; MODEL, K.J. 2008. Dieta de avoantes (*Zenaida auriculata*, Des Murs, 1847) atropeladas na BR-277 entre Cascavel e Foz do Iguazu-PR e implicações para seu manejo Characeae. *Revista Brasileira de Biociências*, 6(supl. 1):68-69.
- CECHIN, S.Z.; MORAIS, A.B.B.; CÁCERES, N.C.; SANTOS, S.; KOTZIAN, C.B.; BEHR, E.R.; ARRUDA, J.S.; FLORA, F.D. 2009. A Fauna de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*, 1(1):138-139.
- CHEREM, J.J.; KAMMERS, M.; GHIZONI Jr, I.R.; MARTINS, A. 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Revista Biotemas*, 20(2):81-96.
- COLWELL, R.K. 2006. *Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 8.2.0. Connecticut, University of Connecticut. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em: 23/11/2009.
- CPTEC/INPE. 2010. *Banco de dados meteorológicos*. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <http://bancodedados.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 15/01/2010.
- CUPERUS, R. 2005. *Ecological Compensation Of highway Impacts. Negotiated trade-off or no-net-loss*. Disponível em: https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/581/Proefschrift_Cuperus.pdf?sequence=2. Acesso em: 21/04/2010.
- DALPONTE, J.C.; TAVARES-FILHO, J.A. 2006. Diet of the yellow Armadillo, *Euphactus sexcintus*. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 71-99.
- D'ÉON, R.G.; GLENN, S.M.; PARFITT, I.; FORTIN, M.-J. 2002. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Conservation Ecology* 6(2). Disponível em: <http://www.consecol.org/vol6/iss2/art10/>. Acesso em: 25/04/2012.
- FARIA-CORRÊA, M. 2004. *Ecologia de graxains (Carnívora : Canidae; *Cercocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre - Parque Estadual de Itapuã - Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 96 p. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4269>. Acesso em: 03/06/2010.
- HENGEMÜHLE, A.; CADEMARTORI, C.V. 2008. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389). *Biodiversidade Pampeana*, 6(2):4-10.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). 2004. *Mapa e descrição de Biomas e da Vegetação do Brasil*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=169. Acesso em: 22/02/2010.

- LIMA, S.F.; OBARA, A.T. 2004. Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna. Disponível em: http://faunativa.com.br/downloads/impactos/animais_atropelados_em_rodovias.pdf. Acesso em: 13/09/2008.
- MARQUES, A.A.B. de; FONTANA, S.C.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G.A.; SCHNEIDER, M.; REIS, R.E. dos; 2002. *Lista de Referência da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul*. Decreto no 41.672, de 11 junho de 2002. Porto Alegre, FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 52 p. (Publicações Avulsas FZB, 11).
- MCDONOUGH, C.M; LOUGHRY, W.J. 2006 [2001]. Armadillos. The New Enciclopédia of Mammals. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. de LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 71-99.
- MILLI, M.S.; PASSAMANI, M. 2006. *Atropelamento de animais silvestres na rodovia ES259*. Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_Milli_Passamani.pdf. Acesso em: 20/12/2009.
- MOOJEN, J. 2006 [1952]. Os roedores do Brasil. Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 347-399.
- NAKANO-OLIVEIRA, E. 2006 [2002]. Ecologia Alimentar e Área de Vida de Carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnívora: Mammalia). In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 231-275.
- PEREIRA, G.F.P.A.; ANDRADE, G.A.F.; FER-NANDES, B.E.M. 2006. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. *Museu de Biologia Emilio Goeldi*, 1(3):77-83
- PRADA, C.S. 2004. *Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos*. São Carlos, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 128 p.
- QUEIROZ, L.R.S. 1997. *100 Animais Brasileiros*. São Paulo, Editora Moderna, 112 p.
- ROCHA-MENDES, F. 2006 [2005]. Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia: Carnívora) e elementos de etnozoológico município de Fênix, Paraná, Brasil. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 231-275.
- RODRIGUES, E.; PINHEIRO, J.; PEREIRA, A.P. 2002. Estradas e EIA/RIMA no Acre. Disponível em: <http://sites.google.com/site/ecologiaestradas/download>. Acesso em: 08/05/2010.
- RODRIGUES, A.S.M.; AURICCHIO, P. 2006 [1994] Canídeos do Brasil. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 231-275.
- ROMANINI, P.U. 2001. *Rodovias e meio ambiente. Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e de gestão ambiental*. São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 147 p.
- ROSA, A.O.; MAUHS, J. 2004. Atropelamento de animais na rodovia RS-40. *Caderno de Pesquisa Sér. Bio.*, 16(1):35-42. Disponível em <https://www.tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/5369/1/cp04003.pdf>. Acesso em: 13/09/2008.
- SANTOS, M. de F.M. dos. PELLANDA, M.; TOMAZONI, A.C.; HASENACK, H.; HARTZ, S. M. 2006 [2004]. Mamíferos carnívoros e sua relação com a diversidade de habitats no Parque Nacional dos Aparados da Serra, sul do Brasil. In: N.R. dos REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO; I.P. LIMA, *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Edifurbe, FURB-SC, p. 231-275.
- SAUNDERS, D.A; HOBBS, R.J; MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5:18-31 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x>
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 862 p.
- SILVA, F. 1984. *Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 246 p.
- SORENSEN, J.A. 1995. Road-kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark. *Annales Zoologici Fennici*, 32:31-36.
- TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. 2000. Revisão dos efeitos ecológicos das estradas nas comunidades terrestres e aquáticas. *Conservation Biology*, 14:18-30 <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>
- TUMELEIRO, L.K.; KOENEMANN, J.G.; ÁVILA, M.C.N.; PANDOLFO, F.; OLIVEIRA, E.V. 2006. Notas sobre mamíferos da região de Uruguaiana: estudo de indivíduos atropelados com informações sobre a dieta e conservação. *Biodiversidade Pampeana*, 4:38-41.
- TURCI, L.C.B.; BERNARDE, P.S. 2009. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. *Biotemas*, 22(1):121-127.
- VIEIRA, E.M. 1996. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Ciência e Cultura*, 48:270-272.

Submitted on January 11, 2011

Accepted on April 11, 2011