

Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil

Roadkills of vertebrate species in the Pampa Region, South Brazil

Guilherme Garcez Cunha^{1(*)}

Marilia Teresinha Hartmann²

Paulo Afonso Hartmann³

Resumo

Atividades antrópicas, tais como a construção e uso de rodovias, interferem na dinâmica ecológica da fauna silvestre. A presença de estradas condiciona três principais efeitos sobre os vertebrados silvestres: barreira, evitação e o atropelamento, sendo o último o mais perceptível. Nesse sentido, identificar os impactos das estradas sobre a fauna pode contribuir para o estabelecimento de ações que promovam a conservação. Este estudo teve por objetivo estimar a perda de fauna de vertebrados terrestres por atropelamentos em uma rodovia (BR-290) no município de São Gabriel-RS, no Pampa brasileiro; e identificar as características ecológicas das espécies mais frequentemente atropeladas. O estudo foi realizado num trecho de 12 km da rodovia BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. A rodovia amostrada está situada nos domínios do bioma Pampa. As amostragens duraram seis meses, duas vezes por semana, de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. A equipe percorreu o trecho de carro, com velocidade média de 50 km/hora. Embora 39 espécies tenham sido registradas no nosso estudo, os atropelamentos foram concentrados em poucas espécies dentro de cada grupo taxonômico. Aparentemente, as espécies ocorrentes no Pampa estão acostumadas a deslocar-se por áreas com cobertura vegetal rasteira, onde a estrada pode não representar um obstáculo. Se por um lado esta condição reduz o efeito barreira da estrada, por outro, aumenta a exposição dos indivíduos aos atropelamentos. Nossos resultados indicam que espécies de répteis e mamíferos com características como maior mobilidade e terrícolas estão

1 MSc.; Ciências Biológicas; Biólogo alocado como supervisor no Convênio de Prevenção e Combate à Dengue da Universidade FEEVALE; Endereço: ERS-239, no 2755, Vila Nova, CEP: 93352-000, Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul; E-mail: guig_c@hotmail.com (*) Autor para correspondência

2 Dra.; Bióloga; Professora Adjunto do *Campus* Erechim da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS; Endereço: Avenida Dom João Hoffmann, 313, bairro Fátima, CEP: 99700-00, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: marilia.hartmann@gmail.com

3 Dr.; Biólogo; Professor Adjunto do *Campus* Erechim da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS; Endereço: Avenida Dom João Hoffmann, 313, bairro Fátima; CEP: 99700-00, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: hartmann.paulo@gmail.com

mais sujeitas aos atropelamentos. Para aves, o principal fator parece ser a altura de voo, associado à busca de recursos alimentares nas rodovias.

Palavras-chave: conservação; campos sulinos; estradas; impacto.

Abstract

Human activities such as the construction and use of highways interfere with the ecological dynamics of wildlife. The presence of roads affects three main effects on wild vertebrates: barrier, avoidance and roadkills, which the last is definitely the most noticeable. In this sense, the identification of the impacts of roads on wildlife can contribute to the establishment of actions that promote wildlife conservation. This study aimed to estimate the loss of fauna of terrestrial vertebrates by roadkills on a highway (BR-290) in São Gabriel, in Rio Grande do Sul, in the Brazilian Pampa; and to identify the ecological characteristics of the species most frequently run over. The study was conducted in a 12 km stretch of the BR-290 highway in the municipality of São Gabriel. The sampled highway is located in the Pampa biome domains. The sampling lasted six months, twice a week, from September 2009 to February 2010. The research group covered the stretch of road by car, with an average speed of 50 km/hour. Although 39 species have been recorded in our study, roadkills were concentrated in a few species within each taxonomic group. Apparently, the Pampa biome species are accustomed to move through areas with undergrowth vegetation, where the road cannot represent an obstacle for displacement. If, on the one hand, this condition reduces the road barrier effect, on the other hand, it increases the exposure of species to road mortality. Our results indicate that terricolous species and highly mobile species of reptiles and mammals are more susceptible to collisions in the study area. For birds, the main factor seems to be the low flight altitude associated with the search for prey on the highways.

Key words: conservation; wildlife; highways; environmental impact.

Introdução

Atividades antrópicas, tais como a construção e uso de rodovias, interferem na dinâmica ecológica da fauna como um todo (FORMAN; ALEXANDER, 1998), pois uma vasta rede de estradas se estende pela paisagem afetando as relações ecológicas dos animais (FORMAN et al., 2003). Vários estudos têm mostrado que estradas agravam a fragmentação de habitats (OXLEY et al., 1974; ADAMS; GEIS, 1983;

MADER, 1987; RICHARDSON et al., 1997; FORMAN; ALEXANDER, 1998; GOOSEM, 2002), acarretam isolamento ou obstrução da movimentação da fauna e induzem os atropelamentos (FAHRIG et al., 1995; FINDLAY; BOURDAGES, 2000; CARR; FAHRIG, 2001; PINOWSKI, 2005).

A presença de estradas atravessando um ambiente natural condiciona três principais efeitos sobre os vertebrados silvestres: efeito barreira, efeito de evitação e o atropelamento.

O atropelamento é o mais perceptível deles e pode ter forte impacto demográfico, acarretando declínio populacional e extinções locais (TROMBULACK; FRISSEL, 2000). Os fatores que condicionam a mortalidade por atropelamento estão associados às características da estrada e da paisagem no entorno, ao tipo de tráfego e à ecologia das espécies (FORMAN et al., 2003). As características ecológicas das espécies, como capacidade de locomoção, forma de uso do ambiente e hábitos alimentares, podem influenciar nas taxas de atropelamentos. Por exemplo, diferentes estratégias de forrageamento e termorregulação, eventos de dispersão, acasalamento e migração, podem resultar em maior ou menor probabilidade de mortalidade por atropelamento nas diferentes populações (BONNET et al., 1999; CARR; FAHRIG, 2001).

A permeabilidade da estrada também pode influenciar no número de atropelamentos. Uma estrada menos permeável (maiores efeitos de evitação e barreira) tende a ter menor número de atropelamentos (GOOSEM, 1997, 2002). Essa permeabilidade depende também das características da paisagem no entorno da rodovia. Nos diferentes biomas brasileiros, as estradas podem representar diferentes níveis de permeabilidade em função das características das espécies que ocupam esses ambientes.

O bioma Pampa, onde o estudo foi realizado, localiza-se na porção sul da América do Sul, e caracteriza-se por vegetação campestre, predominando planícies, e por vegetação mais densa, arbustiva e arbórea nas encostas e ao longo dos cursos d'água (SUERTEGARAY; SILVA, 2009). A parte brasileira do bioma é encontrada apenas no Estado do Rio Grande do Sul, onde resta cerca de 39%

de cobertura vegetal nativa (HASENACK et al., 2007). Dentre os biomas brasileiros, este é um dos que apresenta menor área legalmente protegida (IBAMA, 2007). A conservação dos campos, característicos desse bioma, sofre forte influência da expansão agrícola (SANTOS, 2006; SILVA, 2012). Essas transformações, associadas aos efeitos das estradas, podem resultar em paisagens fragmentadas, com isolamento entre habitats adequados e possível perda de biodiversidade. Identificar os impactos das estradas sobre as espécies ocorrentes pode contribuir para o estabelecimento de ações e estratégias que promovam a conservação no bioma Pampa. Nesse sentido, este estudo teve por objetivo estimar a perda da fauna de vertebrados terrestres por atropelamentos em uma rodovia (BR-290) no município de São Gabriel-RS, no Pampa brasileiro, e identificar as características ecológicas das espécies mais frequentemente atropeladas.

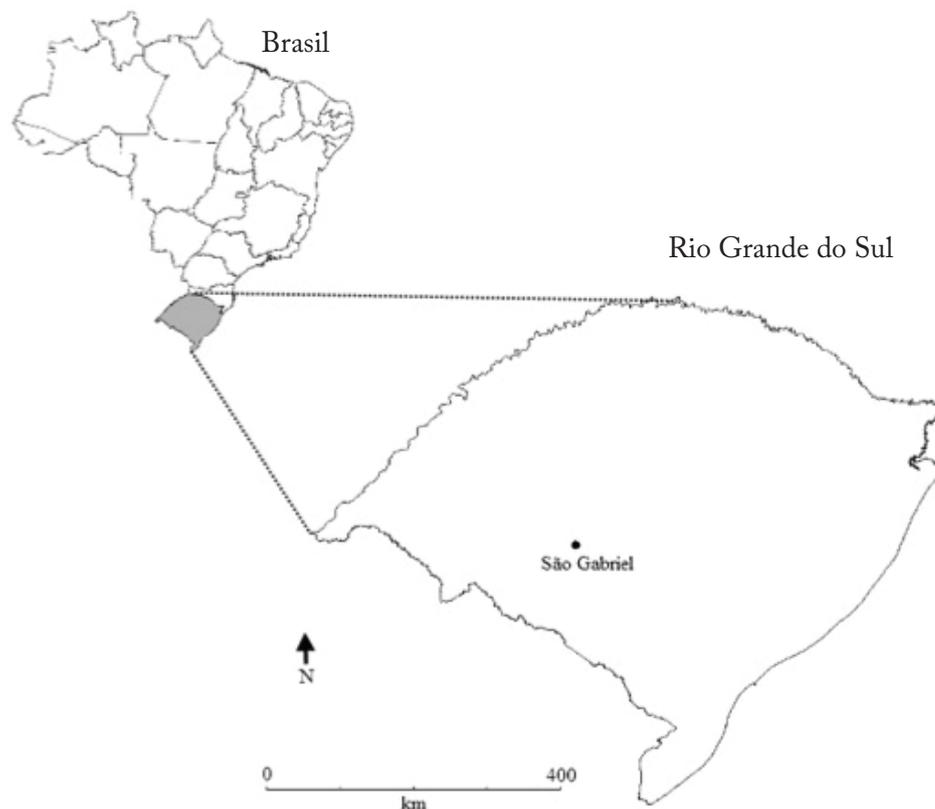
Material e Métodos

Área do estudo

O estudo foi realizado em um trecho de 12 km na rodovia BR-290 (30°18'49"S; 54° 24'40"O - 30°15'39"S; 54°30'56"O), município de São Gabriel, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). O tráfego na rodovia BR-290 é caracterizado por veículos leves e caminhões de transporte de grãos. O fluxo de automóveis é maior durante os finais de semana, feriados prolongados e nas férias escolares, e o de caminhões, na época da safra (novembro a março; informações da Polícia Rodoviária Federal – São Gabriel). Estruturalmente, a rodovia é de pista simples, com limite de velocidade de 80 km/h.

A rodovia amostrada está situada no bioma Pampa, caracterizado por uma

Figura 1 - Localização do município de São Gabriel, sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde o estudo foi realizado (30°20'02" S"; 54°19'21" O)



Fonte: Autores (2013).

vegetação campestre, que predomina em relevos de planície e por uma vegetação mais densa, arbustiva e arbórea nas encostas e ao longo dos cursos d'água. A paisagem no entorno da rodovia amostrada é composta por campo nativo (Figura 2), caracterizado pelo predomínio de formação herbácea em solo bem drenado com uso pecuário, além de banhados (charcos), várzeas e planícies inundáveis e campos submetidos à alta pressão da agropecuária (ver PILLAR et al., 2009). O clima é subtropical (PEREIRA et al., 1989), e as temperaturas médias durante o período do estudo oscilaram entre a mínima

de 12,0 °C, em setembro de 2009 e máxima de 32,2 °C, em fevereiro de 2010. A precipitação total no período do estudo foi de 1.372 mm (dados obtidos nos Boletins Meteorológicos do Estado do Rio Grande do Sul, Centro de Meteorologia Aplicada, FEPAGRO, para o município de São Gabriel).

Amostragens

Foram realizados seis meses de amostragem, de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. A equipe, de duas a três pessoas, percorreu o trecho de carro, nos dois sentidos,

Figura 2 – Paisagem no entorno da rodovia amostrada (BR-290), município de São Gabriel, sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Autores (2013).

com velocidade média de 50 km/hora (e.g., LANGEN et. al., 2007; HARTMANN et al., 2011). As amostragens ocorreram duas vezes por semana, com intervalos de, no mínimo dois e no máximo quatro dias, totalizando 26 semanas e 624 km percorridos. Nesse período, foi realizado o levantamento dos espécimes de aves, mamíferos e répteis mortos por atropelamento. Neste estudo, desconsideramos os atropelamentos de anfíbios, por considerar o método inadequado para estimativas confiáveis para esse grupo. Para cada indivíduo encontrado, foi feito o registro fotográfico e do local (georreferenciado). Os espécimes em bom estado de conservação foram tombados na coleção da Universidade Federal do Pampa e os não coletados retirados da pista ou acostamento (e.g., HARTMANN et al., 2012).

Análises

A curva de acumulação de espécies foi calculada a partir de 500 adições aleatórias das amostras, utilizando o programa EstimateS 8.0 (COLWELL, 2008). Adicionalmente, foi estimada a riqueza de espécies com base no uso do estimador de riqueza Jackknife 2. Para determinar as espécies mais atropeladas, foram selecionadas aquelas que apresentaram, em média, um ou mais indivíduos atropelados por mês, ou seja, $n \geq 06$. As espécies também foram classificadas segundo o Índice de Constância de Ocorrência (DAJOZ, 2005), através da fórmula: $C = (P/Q) \times 100$ onde, C=constância de ocorrência da espécie; P=número de amostragens em que a espécie ocorreu e Q = número total de amostragens. As espécies foram classificadas em constantes

(> 50%), acessórias (25 ≥ 50%) e raras (< 25%). Para o cálculo do Índice de Constância de Ocorrência, foi considerada cada semana como uma unidade amostral. Para calcular a taxa diária de atropelamentos foi dividido o número total de indivíduos encontrados atropelados pelo comprimento do trecho amostral (12 km) e pelo número de dias do período amostral.

Resultados

Foram encontrados 279 espécimes, entre aves, mamíferos e répteis atropelados, totalizando 39 espécies (Tabela 1). As aves representaram a maioria dos registros 43,01% (n=120), seguidas pelos répteis 30,47% (n = 85) e mamíferos 26,52% (n = 74). As aves apresentaram a maior riqueza, com 17 espécies identificadas. Para répteis foram encontradas 12 espécies; e 10 espécies para mamíferos. A riqueza estimada foi de 31,9 espécies para aves ($\pm 7,75$); 18,43 espécies para répteis ($\pm 3,60$) e 11,4 espécies para mamíferos ($\pm 2,4$; Jackknife 2). A curva de acumulação de espécies não estabilizou para nenhum dos grupos.

As espécies de aves com mais registros de atropelamentos foram *Nothura maculosa* (perdiz; n = 28), *Furnarius rufus* (joão-de-barro; n = 18) e *Zenaida auriculata* (pomba-de-bando; n = 17). Estas três espécies representam 22,58% dos registros totais e 65,85% dos registros para aves (Tabela 1). Para répteis, cinco espécies estão entre as mais atropeladas, *Bothrops alternatus* (cruzeira; n = 13), *Philodryas patagoniensis* (parelheira; n = 9), *Salvator merianae* (teiú; n = 8), *Oxyrhopus rhombifer* (falsa-coral; n = 7) e *Trachemys dorbignii* (tigre-d'água; n = 6) e representam 15,41% do total de registros e 50,59% dos registros para répteis. Duas espécies de mamíferos figuram

entre as mais atropeladas, *Cavia aperea* (preá; n = 21) e *Conepatus chinga* (zorrilho; n = 17). Juntas somam 13,62% dos registros totais e 51,35% dos registros de mamíferos. As dez espécies mais atropeladas representaram mais de 50% dos registros totais (n = 144; 52,17%). A porcentagem de indivíduos não identificados em nível de gênero foi maior que 25% do total de registros (Tabela 1). Duas espécies constam da lista da fauna ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul; *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco), na categoria “vulnerável” e *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti) na categoria “em perigo” (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Das dez espécies mais atropeladas, uma foi categorizada como constante e coincide com a espécie de maior número de atropelamentos (*Nothura maculosa*). Sete foram categorizadas como acessórias e duas, mesmo estando entre as mais atropeladas, foram consideradas como raras (Tabela 1). A taxa de atropelamentos, considerando os três grupos taxonômicos, foi de 0,13 ind./km/dia. A maior taxa de atropelamento foi das aves (0,06 ind./km/dia), seguido de répteis (0,04 ind./km/dia) e mamíferos (0,03 ind./km/dia).

Discussão

De forma geral os atropelamentos são concentrados em poucas espécies que apresentam características como: serem localmente abundantes, de alta mobilidade e/ou atraídas por recursos disponíveis nas rodovias (FORMAN et al., 2003). Embora 39 espécies tenham sido registradas no nosso estudo, os atropelamentos foram concentrados em poucas espécies dentro de cada grupo, sempre com frequência sensivelmente maior que as demais. As estimativas de diversidade, assim como a não estabilização das curvas de acumulação de espécies, indicam que mais tempo de

Tabela 1 – Classes, espécies, número de indivíduos (N), porcentagem total e por espécie, Constância de Ocorrência (C) e classificação segundo o Índice de Constância de Ocorrência (C = constante, A = acessória, R = rara), de animais encontrados atropelados em um trecho de 12 km na BR-290, de setembro de 2009 a fevereiro de 2010, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul. Em negrito, as espécies mais atropeladas (N ≥ 06).

(continua)

Classe/espécie	N	% total	% por espécie	C	Classificação
AVES	120	43,01	-	-	-
<i>Aegolius harrisii</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	03	1,08	2,50	7,69	R
<i>Colaptes melanochloros</i>	03	1,08	2,50	7,69	R
<i>Furnarius rufus</i>	18	6,45	15,00	38,46	A
<i>Guira guira</i>	02	0,72	1,67	7,69	R
<i>Icterus cayanensis</i>	02	0,72	1,67	3,85	R
<i>Myiopsitta monachus</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Nothura maculosa</i>	28	10,04	23,33	61,54	C
<i>Paroaria coronata</i>	02	0,72	1,67	7,69	R
<i>Passer domesticus</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Pitangus sulphuratus</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Rhynchotus rufescens</i>	03	1,08	2,50	3,85	R
<i>Saltator similis</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Turdus rufoventris</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
<i>Tyrannus savana</i>	04	1,43	3,33	15,38	R
<i>Zenaida auriculata</i>	17	6,09	14,17	34,62	A
<i>Zonotrichia capensis</i>	01	0,36	0,83	3,85	R
Não identificados	31	11,11	25,83	-	-
MAMÍFEROS	74	26,52	-	-	-
<i>Cavia aperea</i>	21	7,53	28,38	42,31	A
<i>Cerdocyon thous</i>	02	0,72	2,70	7,69	R
<i>Conepatus chinga</i>	17	6,09	22,97	38,46	A
<i>Dasypus septemcinctus</i>	02	0,72	2,70	3,85	R
<i>Euphractus villosus</i>	02	0,72	2,70	7,69	R
<i>Galictis cuja</i>	02	0,72	2,70	7,69	R
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	03	1,08	4,05	11,54	R
<i>Procyon cancrivorus</i>	03	1,08	4,05	11,54	R
<i>Puma yagouaroundi</i>	01	0,36	1,35	3,85	R
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	01	0,36	1,35	3,85	R
Não identificados (inclui morcegos, roedores e tatus não identificados em nível de gênero)	20	7,17	27,03	-	-
RÉPTEIS	85	30,47	-	-	-
<i>Atractus</i> sp.	01	0,36	1,18	3,85	R
<i>Bothrops alternatus</i>	13	4,66	2,35	34,62	A
<i>Clelia clelia</i>	02	0,72	3,53	7,69	R
<i>Helicops infrataeniatus</i>	03	1,08	1,18	7,69	R
<i>Erythrolamprus semiaureus</i>	01	0,36	2,35	3,85	R
<i>Erythrolamprus</i> sp.	01	0,36	1,18	3,85	R
<i>Mastigodryas bifossatus</i>	02	0,72	8,24	7,69	R

Tabela 1 – Classes, espécies, número de indivíduos (N), porcentagem total e por espécie, Constância de Ocorrência (C) e classificação segundo o Índice de Constância de Ocorrência (C = constante, A = acessória, R = rara), de animais encontrados atropelados em um trecho de 12 km na BR-290, de setembro de 2009 a fevereiro de 2010, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul. Em negrito, as espécies mais atropeladas (N ≥ 06).

					(conclusão)
<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	07	2,51	10,59	23,08	R
<i>Philodryas patagoniensis</i>	09	3,23	15,29	26,92	A
<i>Salvator merianae</i>	08	2,87	9,41	30,77	A
<i>Teius oculatus</i>	03	1,08	3,53	3,85	R
<i>Trachemys dorbigni</i>	06	2,15	7,06	15,38	R
Não identificados (inclui serpentes e tartarugas não identificadas em nível de gênero)	29	10,39	34,12	-	-
TOTAL	279	100	-	-	-

Fonte: Autores (2013).

amostragem seria necessário para obtenção de uma diversidade mais próxima da real. Esta situação mostra a limitação de estudos de curto prazo que visam avaliar mortalidade de fauna em rodovias na região neotropical.

As três espécies de aves mais encontradas atropeladas são altamente móveis, normalmente abundantes (SICK, 1997), e podem estar sendo atraídas por recursos alimentares na rodovia. *Nothura maculosa* ocupa principalmente campos rupestres, desloca-se pelo chão ou por meio de voos baixos e consome grãos e invertebrados (SICK, 1997). *Furnarius rufus* ocupa principalmente paisagens abertas e desloca-se frequentemente pelo chão à procura de pequenos invertebrados (SICK, 1997). *Zenaidura macroura* ocupa campos nativos e oriundos da agricultura e pecuária, além de áreas urbanas. Alimenta-se de grãos e é atraída por restos de alimentos, farelos de milho e pães (SICK, 1997). Essas três espécies de aves têm em comum o voo próximo ao solo e a possibilidade de forragear nas margens da rodovia, características que parecem aumentar a vulnerabilidade aos atropelamentos.

Das cinco espécies de répteis mais atropeladas, quatro são essencialmente

terricolas (*B. alternatus*, *P. patagoniensis*, *S. merianae*, *O. rhombifer*) e uma aquática (*T. dorbigni*; HARTMANN; MARQUES, 2005; ACHAVAL; OLMOS, 2007). Com exceção de *Bothrops alternatus*, todas são forrageadoras ativas. Para essas espécies, a necessidade de se deslocarem pelo ambiente, para obter alimento ou atividade reprodutiva, associado ao hábito terrícola, podem ser os fatores que influenciam nas taxas de atropelamentos (ver HARTMANN et al., 2012). *Trachemys dorbigni* é o quelônio mais abundante do Rio Grande do Sul (PEREIRA; DIEFENBACH, 2001) e comum na região (SILVEIRA et al., 2012). Sua lenta locomoção e necessidade de deslocamento na época reprodutiva influenciam no atropelamento (LEMA, 2002; HENGEMUHLE; CADEMARTORI, 2008), e o período de reprodução desta espécie – de setembro a fevereiro (BUJES, 2010), coincide com a época em que o presente estudo foi realizado. *Bothrops alternatus* é uma forrageadora sedentária, tem atividade noturna (CAMPBELL; LAMAR, 2004; ACHAVAL; OLMOS, 2007), e pode estar ocupando as margens da estrada para

captura de roedores. Estudos realizados no Brasil indicam que viperídeos podem estar entre as serpentes mais atropeladas (COELHO et al., 2008; KUNZ; GHIZONI-JR., 2009), mas também entre as menos registradas (HARTMANN et al., 2011; HARTMANN et al., 2012; SANTANA, 2012). O atropelamento de viperídeos parece estar associado não só ao hábito, mas também à abundância e à disponibilidade de algum recurso na rodovia (ver HARTMANN et al., 2011; HARTMANN et al., 2012).

As duas espécies de mamíferos mais encontradas atropeladas são típicas de áreas campestres e comuns no bioma Pampa. *Cavia aperea* ocupa principalmente savanas e áreas abertas (VOSS et al., 2001). Sua atividade é diurna e crepuscular (LORD, 2000; GONZALEZ, 2001); alimenta-se de grãos e gramíneas. Seu alto número de atropelamentos parece estar associado ao uso de recursos alimentares disponíveis na rodovia, como grãos perdidos por caminhões. *Conepatus chinga* ocorre em savanas e tem atividade noturna, quando se desloca por grandes distâncias (CÁCERES et al., 2008). Alimenta-se de invertebrados, mas também pode consumir pequenos mamíferos, aves e seus ovos. A grande área de vida dos carnívoros expõe a espécie a várias travessias em estradas (PRADA, 2004). Dessa forma, os grandes deslocamentos realizados por essa espécie podem estar potencializando os atropelamentos (SANTANA, 2012).

Algumas espécies podem ter altos números de atropelamentos em determinados períodos, quando estão mais propensas ao deslocamento, como por exemplo, em épocas de acasalamento e recrutamento, entre outros (como no caso de *T. dorbigni*). No entanto, os altos números de atropelamentos também

podem decorrer da exposição menos intensa, porém contínua, aos atropelamentos. Neste estudo, as espécies com maior número de atropelamentos coincidem, em grande parte, com as espécies classificadas como assessorias ou constantes. Isso indica que a maior incidência de atropelamentos está associada às espécies com exposição continuada à rodovia, ou seja, temporalmente não concentrada. Essa continuidade na mortalidade nas estradas pode ter influência séria no tamanho das populações das espécies frequentemente atingidas, pois se não há um período claro de recuperação do número de indivíduos, pode ocorrer à diminuição lenta, mas constante na abundância das espécies. Esses números traduzidos em anos podem significar, ao longo do tempo, a raridade de espécies no Pampa. O encontro de apenas um indivíduo de cada uma das duas espécies ameaçadas de extinção não reduz a importância dos registros. Em espécies ameaçadas de extinção, que normalmente apresentam populações reduzidas, mesmo a perda de poucos indivíduos pode ter reflexos negativos na manutenção da população.

A comparação entre taxas de atropelamentos é praticamente impossível em função dos diferentes métodos de amostragens utilizados nos estudos brasileiros. Além disso, Bager e Fontoura (2012), criticam o uso dessas amostragens, indicando que são uma simplificação da realidade observada. Neste estudo, entendemos que as taxas de atropelamentos podem servir como indicador mínimo do número de indivíduos mortos. Servem como parâmetro inferior dos atropelamentos numa relação de unidade de espaço por tempo. O número de atropelamentos de aves, répteis e mamíferos, para a área de estudo, certamente é mais alto que o

registrado, pois indivíduos atropelados entre as amostragens podem ter sido retirados por animais necrófagos (ROSEN; LOWE, 1994; ENGE; WOOD, 2002). Além disto, animais de pequeno porte podem ser jogados para fora das rodovias em função da colisão com o veículo ou pelo contínuo choque com outros veículos, posterior ao atropelamento, o que pode reduzir sua persistência na rodovia.

Mamíferos estão entre os mais encontrados atropelados (TAYLOR; GOLDINGAY, 2004; PRADO et al., 2006; COELHO et al., 2008). No entanto, essa situação não se repete no nosso estudo. Isso pode ter ocorrido, pelo menos em parte, em função da metodologia aplicada, que consiste em percorrer um trecho pequeno e com maior frequência nas amostragens. Aparentemente, mamíferos, principalmente de médio porte, tendem a permanecer na pista por mais tempo que aves e répteis (TEIXEIRA, 2010), que tendem a apresentar porte menor. Isso sugere que os mamíferos sejam mais encontrados pelos observadores, visto que grande parte dos estudos, no Brasil, são realizados por longas distâncias e possuem um intervalo maior entre as amostragens num mesmo local (ver ROSA et al., 2012).

Considerações Finais

A mortalidade por atropelamento é altamente impactante para populações naturais, podendo causar um declínio em função do efeito cumulativo dos atropelamentos (SCHONEWALD-COX; BUECHNER, 1992). Essa situação pode ser agravada em regiões onde a estrada não signifique uma barreira real ao deslocamento dos indivíduos. Este parece ser o caso do bioma Pampa,

onde, em função das suas características fitogeográficas, as estradas não contrastam tanto com a paisagem como em áreas florestadas.

Por consequência, as espécies ocorrentes no Pampa estão acostumadas a deslocar-se por áreas abertas ou com cobertura vegetal rasteira, onde a estrada pode não representar um obstáculo intransponível. Se por um lado esta condição reduz o efeito barreira da estrada, tornando-a mais permeável (GOOSEM, 1997), por outro, aumenta a exposição dos indivíduos aos atropelamentos. Nossos resultados indicam que, para a área de estudo, espécies de répteis e mamíferos com características como maior mobilidade e terrícolas estão mais sujeitas aos atropelamentos.

Para aves, o principal fator parece ser a altura de voo, associado à busca de recursos alimentares na rodovia. O atropelamento da fauna pode ser considerado uma das ameaças que incide sobre o Pampa, uma região do Brasil onde a proteção aos ecossistemas está aquém do mínimo recomendável (BENCKE, 2009).

A biodiversidade da região do Pampa ainda é considerada insuficientemente conhecida (OVERBECK et al., 2009) e são imprescindíveis trabalhos que estimem a diversidade da região e identifiquem os principais desafios à sua conservação.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo apoio na forma de financiamento. Agradecemos também a Baresi Delabary, Cibele Cardoso, Liliana Mainardi, Marlucci Rebelato e Renata Machado pelo apoio nos trabalhos de campo e a Tiago Gomes dos Santos pelo auxílio na identificação das espécies.

Referências

- ACHAVAL, F.; OLMOS, A. **Guía de anfibios y reptiles de Uruguay**. 3. ed. Montevideo: Graphis Impresora, 2007.
- ADAMS, L. W.; GEIS, A. D. Effects of roads on small mammals. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, p. 403-415, 1983.
- BAGER, A.; FONTOURA, V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v. 53, p. 31-38, 2012.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 2009. p. 101-121.
- BONNET, X.; NAULLEAU, G.; SHINE, R. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. **Biological Conservation**, v. 89, p. 39-50, 1999.
- BUJES, C. S. Os Testudines continentais do Rio Grande do Sul, Brasil: taxonomia, história natural e conservação. **Iheringia, série Zoologia**, v. 100, p. 413-424, 2010.
- CÁCERES M. C.; CHEREM, J. J.; GRAIPEL, M. E. Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na Região Sul do Brasil. **Ciência e Meio Ambiente**, v. 35, p. 167-180, 2008.
- CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of Western Hemisphere**, Volume I e II. London: Comstock Publishing Associate, 2004.
- CARR, L. W.; FAHRIG, L. Impact of road traffic on two amphibian species of differing vagility. **Conservation Biology**, v. 15, n. 4, p. 1071-1078, 2001.
- COELHO, I. P.; KINDEL, A.; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, p. 689-699, 2008.
- COLWELL, R. K. **EstimateS 8.2**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. 2008. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 26 nov. 2010.
- DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- ENGE, K. M.; WOOD, K. N. A pedestrian road survey of an upland snake community in Florida. **Southeastern Naturalist**, v. 1, p. 365-380, 2002.
- FAHRIG, L.; PEDLAR, J. H.; POPE, S. E.; TAYLOR, P. D.; WEGENER, J. F. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**, v. 73, p. 177-182, 1995.

FINDLAY, C. S.; BOURDAGES, J. Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. **Conservation Biology**, v. 14, p. 86-94, 2000.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 2003.

GONZALEZ, E. M. **Guia de campo de los mamíferos de Uruguay**. Introducción al estudio de los mamíferos. Montevideo: Vida Silvestre, 2001.

GOOSEM, M. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. **Wildlife Research**, v. 29, p. 277-289, 2002.

GOOSEM, M. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 241-255.

HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; MARTINS, M. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 6, p. 35-42, 2011.

HARTMANN, P. A.; MARQUES, O. A. V. Diet and habitat use of two sympatric *Philodryas* (Colubridae) in South Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 25-31, 2005.

HARTMANN, P. A.; MAINARDI, L.; REBELATO, M. M.; DELABARY, B. F. Ecologia de estradas no pampa brasileiro: A perda de répteis por atropelamentos. In: BAGER, A. (Org.). **Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas**. Lavras: UFLA, 2012. p. 153-166.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P.; COSTA, B. S. C. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; SANT'ANNA, D. M.; SANTOS, R. J. (Ed.). **SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007**, Porto Alegre. [S.I.]... Porto Alegre: Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, 2007. p. 15-21.

HENGEMUHLE, A.; CADEMARTORI, C. V. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389). **Biodiversidade Pampeana**, v. 6, n. 2, p. 4-10, 2008.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer da equipe técnica sobre o Bioma Pampa**. Disponível em: <http://www.natbrasil.org.br/Docs/monoculturas/parecer_zoneamento_ibama_2007.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2013.

KUNZ, T. S.; GHIZONI, JR, I. R. Serpentes encontradas mortas em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 85-97, 2009.

LANGEN, T. A.; MACHNIAK, A.; CROWE, E. K.; MANGAN, C.; MARKER, D. F.; LIDDLE, N.; RODEN, B. Methodologies for surveying Herpetofauna mortality on rural highways. **Journal of Wildlife Management**, v. 71, p. 1361-1368, 2007.

LEMA, T. **Os répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis – biogeografia – ofidismo**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

LORD, R. **Wild mammals of Venezuela**. Caracas: Armitano Editores, 2000.

MADER, H. J. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. **Biological Conservation**, v. 29, p. 81-96, 1987.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 2009. p. 26-41.

OXLEY, D. J.; FENTON, M. B.; CARMODY, G. R. The effects of roads on populations of small mammals. **Journal of Applied Ecology**, v. 11, p. 51-59, 1974.

PEREIRA, F. E.; DIEFENBACH, C. O. Growth in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). **Biociências**, Porto Alegre, v. 9, p. 21-31, 2001.

PEREIRA, P. R. B.; NETTO, L. R. G.; BORIN, C. J. A.; SARTORI, M. G. B. Contribuição à Geografia Física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia – Ensino & Pesquisa**, v. 3, p. 37-68, 1989.

PILLAR, V. P.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 2009.

PINOWSKI, J. Roadkills of vertebrates in Venezuela. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 191-196, 2005.

PRADA, C. S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos**. 2004. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

PRADO, T. R.; FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, Z. F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 237-241, 2006.

RICHARDSON, J. H.; SHORE, R. F.; TREWEEK, J. R.; LARKIN, S. C. Are major roads a barrier to small mammals? **Journal of Zoology**, v. 243, p. 840-846, 1997.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 51.797, de 8 de setembro de 2014. Lista das espécies da fauna gaúcha ameaçadas de extinção. **Diário Oficial [do] Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2014.

- ROSA, C. A.; CARDOZO, T. R.; TEIXEIRA, F. Z.; BAGER, A. Atropelamentos de fauna: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas. In: BAGER, A. (Org.). **Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas**. Lavras: UFLA, 2012. p. 153-166.
- ROSEN, P. C.; LOWE, C. H. Highway mortality of snakes in the Sonoran desert of southern Arizona. **Biological Conservation**, v. 68, p. 143-8, 1994.
- SANTANA, G. S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 7, n. 1, p. 26-40, 2012.
- SANTOS, L. **Monoculturas de árvores exóticas e conservação da diversidade da fauna no Rio Grande do Sul**. 2006. [s.f.] Monografia (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna, PPG Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SCHONEWALD-COX, C.; BUECHNER, M. Park protection and public roads. In: FIEDLER, P. L.; JAIN, S. K. (Ed.). **Conservation Biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management**. New York: Chapman Hall, 1992. p. 373-395.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, M. D. Bioma pampa, um sistema ameaçado. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, p. 215-226, 2012.
- SILVEIRA, M. L.; HARTMANN, M. T.; BAGER, A. Biometria, razão sexual e dimorfismo sexual de *Trachemys dorbignii* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines, Emydidae) em um açude no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 187-193, 2012.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 42-59.
- TAYLOR, B. D.; GOLDINGAY, R. L. A survey of wildlife killed on three major roads in northeast New South Wales. **Wildlife Research**, v. 31, p. 83-91, 2004.
- TEIXEIRA, F. Z. **Detectabilidade da fauna atropelada: efeito do método de amostragem e da remoção de carcaças**. 2010. [s. f.]. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v. 14, p. 18-30, 2000.
- VOSS, R.; LUND D. P.; SIMMONS N. B. The Mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland rainforest fauna part 2. Nonvolant species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 263, p. 3-236, 2001.