

# Variação espacial de atropelamentos de mamíferos em área de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil

## Spatial variation of mammal road kills in a restinga area in Espírito Santo State, southeast Brazil

Cláudia Márcia Marily Ferreira<sup>1\*</sup>  
claudiamarily@hotmail.com

Augusto Cesar  
de Aquino Ribas<sup>1</sup>  
ribas.aca@gmail.com

Janaina Casella<sup>2</sup>  
janacas@gmail.com

Sérgio Lucena Mendes<sup>3</sup>  
slmendes1@gmail.com

### Resumo

Milhões de animais silvestres morrem atropelados todos os anos no Brasil e diferentes grupos taxonômicos são afetados, incluindo anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Porém, há poucos estudos identificando e quantificando os grupos mais afetados. Os objetivos deste trabalho são descrever a abundância, a composição de espécies e a riqueza de mamíferos atropelados em um trecho de rodovia no estado do Espírito Santo, Brasil. O estudo avaliou, também, se houve diferença no número de atropelamentos entre estações e a distribuição espacial das colisões. Os animais atropelados foram registrados durante quatro anos e 10 meses. Foram registrados 258 indivíduos pertencentes a 22 espécies, 13 famílias e sete ordens. As espécies com maior número de registros foram *Didelphis aurita*, *Cerdocyon thous* e *Procyon cancrivorus*. Não houve diferença significativa na mortalidade de mamíferos entre as estações chuvosa e seca. Três trechos da rodovia, com 86, 32 e 31 casos, apresentaram alto número de atropelamentos. Nesses locais, a rodovia margeia ou atravessa unidades de conservação e fragmentos florestais que não estão legalmente protegidos. O elevado número de atropelamentos entre os km 40 e 50 deve-se, provavelmente, à existência, nesse trecho, de barreiras de concreto separando as faixas de rolamento da rodovia.

**Palavras-chave:** estradas, mastofauna, mortalidade.

### Abstract

Millions of wild animals die run over every year in Brazil. Various taxonomic groups are affected, including amphibians, reptiles, birds and mammals. However, few studies have quantified and identified which animals are the most vulnerable. This work aims to describe the abundance, the species composition and the richness of mammal road kills over a road stretch, in southeast Brazil. It was also assessed if there is any difference in the number of road kills between the rainy and the dry seasons, and the spatial distribution of collisions along the highway. The road kills were recorded over four years and 10 months. A total of 258 individuals belonging to 22 species, 13 families and 7 orders were recorded. The most recorded species were *Didelphis aurita*, *Cerdocyon thous* and *Procyon cancrivorus*. There was no significant difference in the mortality of mammals between the rainy and the dry seasons. Three stretches, with 86, 32 and 31 records, had the highest numbers of road kills. In these places the highway borders or crosses conservation units and forest fragments that are not legally protected. The high number of road kills between km 40 and 50 is probably due to the existence of concrete barriers that separate highway strips.

**Keywords:** roads, mammals, mortality.

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária. Av. Costa e Silva, 1500, 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Laboratório de Ornitologia. Av. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Ciências Biológicas. CCHN/UFES. Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910, Vitória, ES, Brasil.

\*Author for correspondence

## Introdução

As estradas afetam a fauna silvestre devido à perda, à fragmentação e à degradação de habitats, à dispersão de espécies exóticas, por ocasionarem mudanças no comportamento animal e mortalidade devido ao tráfego de veículos (Forman e Alexander, 1998; Spellerberg, 1998; Trombulak e Frissell, 2000; Coffin, 2007). Padrões do fluxo gênico podem também ser alterados, o que pode levar ao isolamento genético de populações silvestres (Andrews, 1990; Lodé, 2000; Trombulak e Frissell, 2000). Assim, estradas podem atuar como um filtro ou uma barreira ao movimento animal afetando sua área de vida e migração (Andrews, 1990; Forman e Alexander, 1998; Underhill e Angold, 2000; Rico *et al.*, 2007; Taylor e Goldingay, 2010).

No Brasil, a rede rodoviária tem cerca de 1,7 milhões de quilômetros (Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes, 2014). Estimativas mostram que, por ano, mais de 475 milhões de animais selvagens são atropelados no país (Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, 2014) e diferentes grupos taxonômicos são afetados, incluindo anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Coelho *et al.*, 2008; Hengemühle e Cadermatori, 2008; Cáceres *et al.*, 2012). Alguns animais são mais vulneráveis ao tráfego de veículos, pois apresentam alta densidade no entorno da estrada, grandes áreas de vida e possuem ampla capacidade de dispersão (Underhill e Angold, 2000; Seiler e Helldin, 2006; Fahrig e Rytwinski, 2009). Espécies que utilizam as estradas ou seu entorno como habitat, corredores de dispersão ou local de alimentação são também frequentemente atropeladas (Underhill e Angold, 2000; Forman e Alexander, 1998; Coffin, 2007; Laurance *et al.*, 2009).

Fatores espaciais e temporais podem influenciar a mortalidade da fauna silvestre (Clevenger *et al.*, 2003; Seiler e Helldin, 2006; Smith-Patten e Patten, 2008; Grilo *et al.*, 2009; Cáceres *et al.*,

2012). Variações temporais nos atropelamentos podem estar relacionadas à modificação sazonal no volume do tráfego de veículos e às diferenças no comportamento e na atividade das espécies (ex. forrageamento, época de acasalamento e reprodução, dispersão de jovens ou migração sazonal) (Conard e Gipson, 2006; Seiler e Helldin, 2006; Smith-Patten e Patten, 2008; Grilo *et al.*, 2009). Atropelamentos de animais mostram-se espacialmente agrupados (Clevenger *et al.*, 2003; Conard e Gipson, 2006; Grilo *et al.*, 2009; Cáceres *et al.*, 2012) e dependem da abundância e da atividade das espécies no entorno da rodovia, da estrutura do habitat e da paisagem, assim como das características do tráfego de veículos e da estrada (Clevenger *et al.*, 2003; Seiler e Helldin, 2006; Grilo *et al.*, 2009; Litvaitis e Tash, 2008; Cáceres *et al.*, 2012).

No Brasil, o número de estudos sobre fauna atropelada tem aumentando nos últimos anos (Prada, 2004; Rosa e Mahuas, 2004; Cherem *et al.*, 2007; Coelho *et al.*, 2008, Cáceres *et al.*, 2010; Cunha *et al.*, 2010; Cáceres, 2011; Martinelli e Volpi, 2011; Cáceres *et al.*, 2012; Hegel *et al.*, 2012; Santana, 2012). Entretanto, ainda são poucos os trabalhos sobre atropelamentos de animais silvestres no estado do Espírito Santo (ex: Milli e Passamani, 2006; Martinelli e Volpi, 2011). Neste estudo, são apresentados dados obtidos de um monitoramento de quatro anos e 10 meses de atropelamentos de mamíferos na Rodovia do Sol, localizada na região litorânea do estado do Espírito Santo. A rodovia corta o ecossistema de restinga e três unidades de conservação estão em seu entorno. Estradas e rodovias que ocorrem ao redor ou no interior de áreas naturais causam grande prejuízo à fauna, pois o número de atropelamentos nesses locais é alto e espécies ameaçadas de extinção são vítimas frequentes do tráfego de veículos (Fischer, 1997; Catella *et al.*, 2010; Cáceres *et al.*, 2012). Consequentemente, há uma clara neces-

sidade de se compreender o impacto da Rodovia do Sol sobre a fauna de mamíferos local. Os objetivos deste trabalho são descrever a composição de espécies, a abundância e a riqueza de mamíferos atropelados em um trecho da Rodovia do Sol, avaliar se existe diferença no número de atropelamentos entre as estações chuvosa e seca, e, por fim, investigar a distribuição espacial das colisões ao longo da rodovia.

## Métodos

### Área de estudo

A Rodovia do Sol (ES-060), cuja concessão pertence à Concessionária Rodovia do Sol S/A (RodoSol), é uma rodovia radial que liga a capital do Espírito Santo, Vitória, ao sul do estado, passando pelo litoral sul capixaba. Apresenta, ao todo, 67,5 km de extensão e promove a conectividade entre os municípios de Vitória, Vila Velha e Guarapari. A rodovia é pavimentada, de pista dupla nos dois sentidos, com canteiro central ou barreira física dependendo do trecho da rodovia, até o km 50, a partir do qual a rodovia passa a ser de pista simples (Rodosol, 2013). A rodovia possui cinco passagens subterrâneas de fauna, uma no km 45,6 e outra no km 45,8. As outras três estão entre os km 50 e km 67,5. O limite de velocidade é de 60 ou 80 km/h. O fluxo de veículos é maior no verão, principalmente no mês de janeiro.

A região litorânea do Espírito Santo está localizada na planície costeira do Brasil, cujos solos são arenosos e cobertos por vegetação de restinga (Silva, 1999), integrante do domínio Mata Atlântica. Assim, a área de estudo era originalmente coberta pelo ecossistema de restinga. Atualmente, no entanto, a vegetação de restinga encontra-se consideravelmente fragmentada, separada por áreas urbanas, pastagens e heveicultura. O clima da região é tropical (Aw de Köppen) com inverno seco e verão úmido; a preci-

pitação média anual é de 1.270 mm, e a temperatura média anual é de 24°C (Cepemar, 2007).

Três Unidades de Conservação estão no entorno da Rodovia do Sol: Parque Natural Municipal de Jacarenema, Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA de Setiba) e Parque Estadual Paulo César Vinha. O Parque Natural Municipal de Jacarenema está localizado entre o km 11 e o km 14 da rodovia, possuindo área de 346 ha. Esse parque é um dos poucos ambientes de restinga ainda preservados da Grande Vitória (Prefeitura Municipal de Vila Velha, 2013). A APA de Setiba está localizada entre o km 27,9 e o km 42 e apresenta 12.960 ha, constituindo a maior APA do Estado do Espírito Santo. O Parque Estadual Paulo César Vinha, situado entre o km 29 e o km 40, encontra-se no interior da APA de Setiba e apresenta área de 1.500 ha (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2013).

### Coleta de dados

A coleta dos animais mortos foi executada por equipes do Serviço de Auxílio ao Usuário (SAU) da RodoSol, que atua 24 horas por dia e em todos os dias da semana. Os dados utilizados neste estudo foram obtidos entre maio de 2001 e fevereiro de 2006. O trecho da rodovia onde as coletas ocorreram tem 57,5 km de comprimento e se encontra entre os municípios de Vila Velha (20°23'S e 40°19'O) (km 10) e Guarapari (20°44'S e 40°33'O) (km 67,5). As carcaças encontradas pelas equipes de inspeção foram recolhidas, e os seguintes dados, anotados: data da coleta, quilometragem, sentido do atropelamento e horário. Os animais mortos foram encaminhados para o Laboratório de Fauna da RodoSol, onde biólogos realizaram a identificação taxonômica. Os dados referentes a este trabalho – nome da espécie, número de indivíduos mortos, data da coleta e quilometragem – foram obtidos de relatórios de monitoramento de fauna atropelada produzidos pela

equipe técnica da RodoSol em cumprimento à condicionante 10 da LO 283/00.

### Análise dos dados

A taxa de animais atropelados por quilômetro por mês foi calculada. O número de atropelamentos por mês para cada espécie foi considerado uma unidade amostral. Para avaliar o padrão espacial dos atropelamentos, foi produzido um histograma com todos os registros de atropelamentos (independente da espécie) e suas respectivas localidades (em quilômetros). Foi utilizado um Modelo Geral Linearizado Misto (GLMM) (Bolker *et al.*, 2008) para avaliar se o número de atropelamentos diferiu entre as estações climáticas (chuvosa e seca). No modelo, a variável resposta é o número de atropelamentos por mês, a estação climática é a variável fixa, e o ano de coleta e a espécie são variáveis aleatórias (Zuur *et al.*, 2009). Os meses foram agrupados por estação chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro).

Para esta análise, foram utilizadas espécies representadas por maior quantidade ( $\geq 10$ ) de indivíduos atropelados para evitar subestimar diferenças no número de contagens de acordo com as variáveis estudadas. A distribuição de Poisson foi utilizada com função de ligação logarítmica para descrever os dados. A distribuição das quilometragens onde foram feitos os registros de atropelamentos foi testada quanto a sua aleatoriedade utilizando o teste de Shapiro-Wilk, e foi usada uma distribuição de utilização (Worton, 1995) para a visualização dos registros de atropelamentos sobre um mapa a partir das coordenadas geográficas de cada quilômetro da estrada.

Todas as análises foram feitas com o auxílio da linguagem R (R Development Core Team, 2010), sendo utilizado o pacote Lme4 para o modelo misto (Bates *et al.*, 2012) e o pacote Adhabitat (Calenge, 2006) para o cálculo da distribuição de utilização.

## Resultados

Foram encontrados 258 indivíduos atropelados pertencentes a 22 espécies, 13 famílias e sete ordens (Tabela 1). Considerando os 57,5 km do percurso, encontrou-se o atropelamento de 0,077 animais por quilômetro por mês. As espécies mais registradas foram *Didelphis aurita* (WIED-NEUWIED, 1826) ( $n=75$ ), *Cerdocyon thous* (LINNAEUS, 1766) ( $n=66$ ) e *Procyon cancrivorus* (G.[BARON] CUVIER, 1798) ( $n=20$ ) (Tabela 1). Juntas, essas três espécies representaram 62% dos indivíduos atropelados. Espécies arborícolas, tais como *Sphigurus insidiosus* (OLFERS, 1818) ( $n=16$ ), *Caluromys philander* (LINNAEUS, 1758) ( $n=11$ ) e *Callithrix geoffroyi* (É. GEOFFROY IN HUMBOLDT, 1812) ( $n=10$ ), foram também vítimas frequentes de atropelamentos na rodovia. Neste estudo, houve o registro de atropelamento de duas espécies de morcegos – *Noctilio albiventris* DESMAREST, 1818 ( $n=1$ ) e *Noctilio leporinus* (LINNAEUS, 1758) ( $n=3$ ). Uma espécie listada como vulnerável no estado do Espírito Santo (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2013), bem como em nível nacional (Ministério do Meio Ambiente, 2012), foi encontrada: *Chaetomys subspinosus* (OLFERS, 1818) ( $n=2$ ) (Tabela 1).

Não houve diferença significativa na mortalidade de mamíferos entre as estações chuvosa e seca ( $p=0,09$ ; Tabela 2), embora o número de atropelamentos de *D. aurita* tenha sido consideravelmente maior na estação chuvosa (Figura 1).

Determinados segmentos da Rodovia do Sol apresentaram elevada concentração de animais atropelados ( $p<0,01$ ; Figura 2). Os trechos que apresentaram alto número de atropelamentos foram aqueles entre os km 25 e 30, com 32 casos, entre os km 35 e 40, com 31 casos, e entre os km 40 e 50, com 86 casos (Figura 3).

**Tabela 1.** Mamíferos atropelados em um trecho da Rodovia do Sol, Espírito Santo, Brasil, entre maio de 2001 e fevereiro de 2006.  
**Table 1.** Mammal road kills over a stretch of Rodovia do Sol, southeast Brazil, between May 2001 and February 2006.

Ordem	Família	Espécie	n	Nome comum
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	66	Cachorro-do-mato
	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i> (Geoffroy Saint-Hilare, 1803)	2	Jaguarundi
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	2	Irara
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i> (Scheber, 1774)	1	Jupará-verdadeiro
<i>Procyon cancrivorus</i> (G.[Baron] Cuvier, 1798)		20	Mão-pelada	
Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i> Desmarest, 1818	1	Morcego-buldogue
		<i>Noctilio leporinus</i> (Linnaeus, 1758)	3	Morcego-pescador
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	13	Tatu-galinha
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys philander</i> (Linnaeus, 1758)	11	Cuíca-lanosa
		<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	75	Gambá
		<i>Philander frenatus</i> (Olfers, 1818)	5	Cuíca-verdadeira
		<i>Metachirus nudicaudatus</i> (Geoffroy, 1803)	1	Jupati
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	9	Tapiti
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	9	Tamanduá-mirim
Primates	Cebidae	<i>Callithrix geoffroyi</i> (Geoffroy in Humboldt, 1812)	10	Sagui
		<i>Cebus</i> sp. (Erxleben, 1777)	2	Macaco-prego
Rodentia	Caviidae	<i>Cavia</i> sp. (Pallas, 1766)	6	Preá
		<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	1	Capivara
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1758)	2	Paca
		Erethizontidae	<i>Chaetomys subspinosus</i> (Olfers, 1818)	2
	<i>Sphiggurus insidiosus</i> (Olfers, 1818)		16	Ouriço-caxeiro
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	1	Ratazana

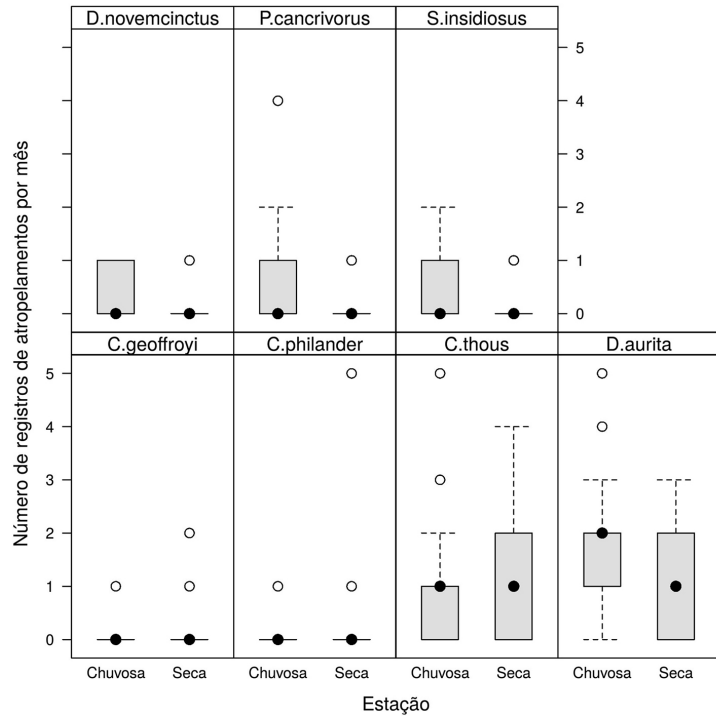
**Tabela 2.** Parâmetros estimados pelo Modelo Geral Linearizado Misto (GLMM) usando distribuição de Poisson para avaliar se o número de atropelamentos diferiu entre as estações climáticas. A variável resposta é a contagem de atropelamentos por mês, e as variáveis preditoras são o fator fixo estação com dois níveis (chuvosa e seca) e os fatores aleatórios ano com seis níveis (anos de 2001 a 2006) e espécie com sete níveis. Os parâmetros são ajustados pela aproximação de Laplace.

**Table 2.** Parameters estimated by the General Linear Mixed Model (GLMM) using Poisson distribution to assess whether the number of road kills differed between climatic seasons. The response variable is the count of road kills per month and the predictor variables are a season fixed factor with two levels (rainy and dry) and year random factors with six levels (years of 2001 and 2006) and species with seven levels. The parameters are adjusted by Laplace approximation.

Efeito aleatório				
	Variância	Desvio-Padrão		
Espécie	0.60705	0.7791		
Ano	0.07904	0.2811		
Efeito fixo				
	Estimativa	Erro padrão	Valor Z	Valor p
Intercepto	-0.8855	0.3348	-2.644	0.00818
Estação	-0.2353	0.1403	-1.677	0.09351

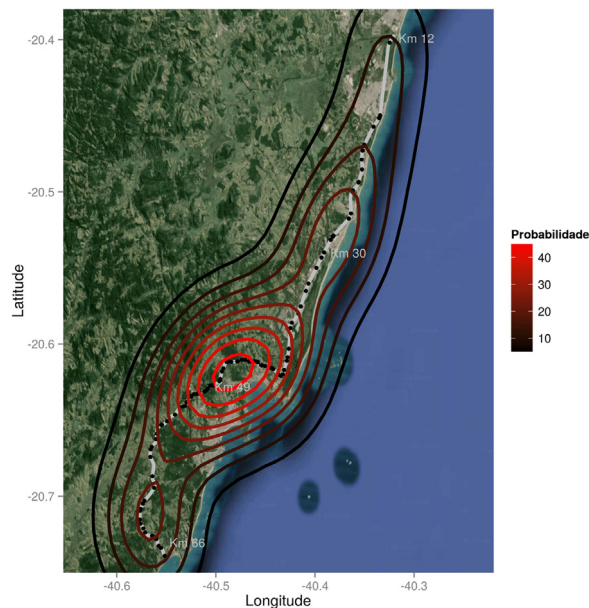
## Discussão

O número de espécies vítimas do tráfego na Rodovia do Sol ( $n=22$ ) pode ser considerado alto quando comparado a outros locais em domínio de Mata Atlântica. Apenas 11 espécies de mamíferos foram registradas na RS-040 (Rosa e Mahus, 2004), 11 espécies na ES-080 (Martinelli e Volpi, 2011) e 16 espécies na RS-135 (Hegel *et al.*, 2012). No entanto, a diferença no número de espécies registrado entre os estudos pode ser devido às diferentes metodologias empregadas e às características do hábitat no entorno das estradas. A Rodovia do Sol atravessa e margeia Unidades de Conservação e outros hábitats naturais que não estão protegidos legalmente, diferentemen-



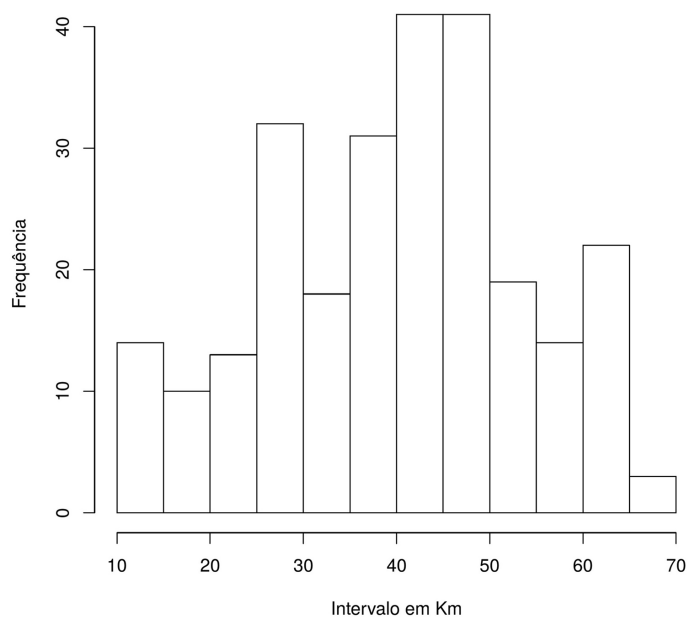
**Figura 1.** Box-plot do número de atropelamentos registrados por mês em cada estação, na Rodovia do sol, Espírito Santo, Brasil, entre maio de 2001 e fevereiro 2006. Os círculos pretos representam a mediana, e os círculos vazados são os valores acima do intervalo de confiança de 95%. Dados referentes aos 58 meses de amostras para cada espécie.

**Figure 1.** Box-plot of the number of road kills recorded per month in each season, on the Rodovia do Sol highway, southeast Brazil, between May 2001 and February 2006. Black circles represent the median and the hollow circles are the values above the confidence interval of 95%. Data refer to the 58 months of samples for each species.



**Figura 2.** Distribuição espacial dos registros de atropelamentos na Rodovia do sol, Espírito Santo, Brasil, entre maio de 2001 e fevereiro de 2006. A linha cinza representa a rodovia, os pontos são as ocorrências de atropelamentos, e as linhas de contorno, a probabilidade dos atropelamentos.

**Figure 2.** Spatial distribution of roadkill records in the Rodovia do Sol highway, southeast Brazil, between May 2001 and February 2006. The gray line represents the highway, dots are roadkills, and the spotted lines are roadkill probabilities.



**Figura 3.** Histograma do número total de mamíferos atropelados por trechos de 5 km na Rodovia do Sol, Espírito Santo, Brasil, entre maio de 2001 e fevereiro de 2006.

**Figure 3.** Histogram of the total number of roadkills in each 5 km stretch in the Rodovia do Sol highway, southeast Brazil, between May 2001 and February 2006.

te das rodovias citadas acima, que cortam áreas bastante modificadas pelo homem. Estradas que atravessam áreas naturais apresentam elevado número de espécies atropeladas (Fischer, 1997; Catella *et al.*, 2010; Cáceres *et al.*, 2012), pois essas áreas abrigam ainda uma grande variedade de espécies. Setenta espécies de mamíferos foram registradas na APA de Setiba e no Parque Estadual Paulo César Vinha (Cepemar, 2007), o que representa 51% da fauna de mamíferos do estado do Espírito Santo (Moreira *et al.*, 2008).

A quantidade de indivíduos mortos na Rodovia do Sol é baixa (0,077 atropelamentos por quilômetro por mês) quando comparado a outros locais pesquisados no Brasil (Coelho *et al.*, 2008; Costa, 2011; Hegel *et al.*, 2012). Uma possível explicação para o reduzido número de animais atropelados na rodovia pode estar nas ações de proteção à fauna executadas pela RodoSol em cumprimento às condicionantes do processo de licenciamento ambiental. As ações incluem programas de educação ambiental,

passagens subterrâneas para a fauna, placas de advertência, entre outras. O uso dessas medidas mitigadoras pode reduzir o índice de atropelamentos da fauna silvestre (Glista *et al.*, 2009; Laurance *et al.*, 2009). O número de atropelamentos registrado neste estudo pode ter sido subestimado, pois muitos animais podem ter sido atropelados e jogados para fora da pista, enquanto outros podem ter se ferido com a colisão e morrido distante da estrada, conforme sugerido por Slater (2002). Além disso, espécies de pequeno porte são mais difíceis de serem visualizadas do que espécies maiores, principalmente quando a observação se dá no interior de um veículo em movimento (Slater, 2002; Barthelmeß e Brooks, 2010).

A mortalidade da mastofauna na Rodovia do Sol é concentrada em poucas espécies, com ampla distribuição geográfica, assim como em outros locais estudados (Cherem *et al.*, 2007; Coelho *et al.*, 2008; Cáceres *et al.*, 2012; Santana, 2012). O marsupial *Didelphis aurita* é abundante na região de estudo, apresentando grande

movimentação entre fragmentos, o que pode aumentar o risco de atropelamentos, e é capaz de ocupar uma grande variedade de habitats (Pires *et al.*, 2002; Carneiro, 2011; Reis *et al.*, 2011). Essa espécie é também frequentemente registrada em outras estradas do país (Milli e Passamani, 2006; Bueno e Almeida, 2010; Martinelli e Volpi, 2011). Os carnívoros *Cerdocyon thous* e *Procyon cancrivorus* são também vítimas frequentes de atropelamentos (Vieira, 1996; Fischer, 1997; Cherem *et al.*, 2007; Santana, 2012). A alta mortalidade de *C. thous* na Rodovia do Sol pode ser devido à espécie ser comum na área de estudo (obs. pess.); o consumo de carniça (Reis *et al.*, 2011) pode também aumentar o risco de esse animal ser atropelado. Tanto *C. thous* quanto *P. cancrivorus* alimentam-se da palmeira *Allagoptera arenaria*, muito comum na região, e cujo fruto é o principal item alimentar consumido por esses animais (Gatti *et al.*, 2006). Esse fato pode estar relacionado à alta mortalidade dessas duas espécies, que possivelmente forrageiam na borda da estrada e frequentemente a atravessam em busca desse alimento. Além disso, carnívoros apresentam grandes áreas de vida (Nowak, 1991), o que os expõe a várias travessias.

O elevado número de atropelamentos de mamíferos arbóreos deve-se provavelmente à limitada capacidade de dispersão desses animais em áreas abertas. Espécies arborícolas utilizam os estratos superiores da floresta e dificilmente descem ao solo (Fernandez e Pires 2006; Passamani, 2010; Reis *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2012). Quando esses animais precisam atravessar uma matriz inóspita, como uma estrada, o risco de mortalidade acaba sendo alto. A presença de corpos d'água ao longo da estrada pode explicar o registro de *Noctilio albiventris* e *N. leporinus* neste estudo. Essas espécies forrageiam próximo à ou na superfície da água (Reis *et al.*, 2011) e realizam voos rasantes para a captura de suas presas (Bordignon, 2006), o que pode aumen-

tar o risco de colisões com veículos.

A falta de variação sazonal na mortalidade de mamíferos pode estar relacionada à disponibilidade de recursos na região onde o estudo foi desenvolvido. O ecossistema de restinga apresenta, ao longo do ano, regularidade na oferta de flores e frutos (Maciel, 1984; Zamith e Scarano, 2004), além de uma grande quantidade de insetos (Monteiro e Macedo, 2000), fornecendo, para a mastofauna, abundante e diversa fonte de recursos alimentares. Apesar do número de atropelamentos de mamíferos não diferir significativamente entre as estações climáticas (chuvosa e seca), *Didelphis aurita* apresentou maior mortalidade na estação chuvosa. Esse resultado pode estar relacionado ao aumento do tráfego de veículos nessa época do ano por coincidir com época de férias, com um maior número de pessoas deslocando-se ao litoral em veículos próprios, bem como ao fato de essa espécie entrar em atividade reprodutiva na época do ano de maior pluviosidade, fazendo com que esses animais se locomovam mais em busca de parceiros ativos nesse período (Pasamani, 2000).

A maior concentração de atropelamentos de mamíferos ocorre em trechos da rodovia que margeiam ou atravessam unidades de conservação e fragmentos florestais que não estão legalmente protegidos (Figura 2). Segmentos de estradas próximos de áreas verdes geralmente apresentam elevada frequência de atropelamentos (Fischer, 1997; Clevenger *et al.*, 2003; Conard e Gipson, 2006; Seiler e Helldin, 2006; Cunha *et al.*, 2010; Cáceres *et al.*, 2012). Essas áreas, de maneira geral, apresentam altas densidades populacionais (Forman e Deblinger, 2000; Seiler e Helldin, 2006) e os animais podem concentrar suas atividades (ex. dispersão e forrageamento) no entorno da estrada, resultando em um desproporcional número de óbitos (Forman e Alexander, 1998; Conard e Gipson, 2006; Litvaitis e Tash, 2008). Outro fator que pode ocasionar um alto número de atropelamentos em trechos

da rodovia próximos a um fragmento florestal é a dificuldade que o animal tem de evitar a estrada por não conseguir visualizá-la do interior da floresta (Benítez-López *et al.*, 2010).

O elevado número de atropelamentos (86 registros) entre os km 40 e 50 deve-se, provavelmente, à existência, nesse trecho, de barreiras de concreto separando as faixas de rolamento da rodovia. As barreiras utilizadas no Brasil têm aproximadamente 81 cm de altura e têm como objetivo reconduzir veículos desgovernados à pista, evitando, por exemplo, a colisão frontal com veículos que trafegam no fluxo oposto e a colisão com objetos fixos, como árvores ou postes (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2009). No entanto, tal dispositivo pode dificultar ou até mesmo impedir a travessia de animais, principalmente daqueles de pequeno e médio porte. Muitas carcaças de mamíferos foram encontradas ao longo desse tipo de barreira em estradas localizadas nos Estados Unidos (Smith-Patten e Patten, 2008).

Vinte e duas espécies de mamíferos são vítimas do tráfego de veículos na Rodovia do Sol, embora poucos táxons – *Didelphis aurita*, *Cercopithecus thomasi* e *Procyon cancrivorus* – dominem as cenas de atropelamentos. As colisões são mais intensas em trechos da estrada que margeiam ou atravessam áreas naturais. Nesses locais, é importante a implementação de medidas mitigadoras visando reduzir a mortalidade da fauna. Nos trechos da rodovia que estão próximos ou margeiam o Parque Estadual Paulo César Vinha, entre os km 25 e 30 e entre os km 35 e 40, podem ser implantados redutores de velocidade, passagens subterrâneas para fauna e placas sinalizadoras indicando o risco de animais na pista. Apesar de existirem duas passagens de fauna entre os km 40 e 50, o número de atropelamentos é alto, possivelmente devido à presença de barreiras de concreto entre as faixas de rolamento. Nesse trecho da rodovia, poderiam ser construídas mais passagens subterrâneas para

a fauna aliadas a cercas-guia para que o acesso à estrada seja evitado e para facilitar o uso das estruturas de travessia pelos animais. O monitoramento da eficiência dessas medidas deve ser realizado antes e após suas instalações.

## Agradecimentos

Agradecemos a Erich Fischer, Fábio de Oliveira Roque, Franco Leandro de Souza e Karla Magalhães Campião pela revisão deste manuscrito; ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) pelo fornecimento das licenças para o transporte dos animais atropelados; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida à autora Cláudia Márcia Marily Ferreira; a equipe técnica da Concessionária Rodovia do Sol/AS - Juliano Negrelli, Alexsandro de Almeida Mathias e Andreas Kiekebusch responsáveis pela identificação das espécies atropeladas e Andreas Kiekebusch e Ricardo Miranda Braga pelo fornecimento dos relatórios de monitoramento da fauna.

## Referências

- ANDREWS, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist*, **26**(3-4):130-141. <http://dx.doi.org/10.7882/AZ.1990.005>
- BARTHELMESS, E.L.; BROOKS, M.S. 2010. The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. *Biodiversity and Conservation*, **19**(6):1611-1629. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-010-9791-3>
- BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B. 2012. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. R package version 0.999999-0. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>. Acesso em: 27/02/2013.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A.; ALKEMADE, R.; VERWEIJ, P.A. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, **143**(6):1307-1316. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.009>
- BOLKER, B.M.; BROOKES, M.E.; CLARK, C.J.; GEANGE, S.W.; POUSEN, J.R.; STEVENS, M.H.H.; WHITE, J.S.S. 2008. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, **24**(3):127-135.

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>  
BORDIGNON, M.O. 2006. Padrão de atividade e comportamento de forrageamento do morcego pescador *Noctilio leporinus* (Linnaeus), (Chiroptera Noctilionidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **23**(1):50-57.
- <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000100003>  
BUENO, C.; ALMEIDA, P.J.A.L. 2010. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). *Revista Brasileira de Zoologia*, **12**(3):219-226.
- CÁCERES, N.C.; HANNIBAL, W.; FREITAS, D.R.; SILVA, E.L.; ROMAN, C.; CASELLA, J. 2010. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. *Zoologia*, **27**(5):709-717.
- <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702010000500007>  
CÁCERES, N.C. 2011. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest-Cerrado interface in south-western Brazil. *Italian Journal of Zoology*, **78**(3):379-389.
- CÁCERES, N.C.; CASELLA, J.; GOULART, C.S. 2012. Variação espacial e sazonalidade atropelamentos de mamíferos no bioma Cerrado, rodovia BR 262, sudoeste do Brasil. *Mastozoologia Neotropical*, **19**(1):21-33.
- CALENGE, C. 2006. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, **197**(3-4):516-519.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.03.017>  
CARNEIRO, P.H.N. 2011. *Avaliação do efeito de rodovias sobre a fauna em áreas de restinga do sudeste do Brasil*. Vila Velha, ES. Dissertação de mestrado. Centro Universitário de Vila Velha, 86 p.
- CATELLA, A.C.; TOMÁS, W.M.; MOURÃO, G.M. 2010. BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC111.pdf>. Acesso em: 03/07/2012.
- CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. 2014. Atropelômetro. Disponível em: <http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>. Acesso em: 07/03/2014.
- CEPEMAR – SERVIÇOS DE CONSULTORIA EM MEIO AMBIENTE LTDA. 2007. Concessionária Rodovia do Sol. Consolidação dos encartes 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do Plano de Manejo do Parque Estadual Paulo César Vinha. Relatório Técnico CPM RT 307/07. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso em: 30/04/2012.
- 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. *Biotemas*, **20**(3):81-96.
- CLEVENGER, A.P.; CHRUSZEZ, B.; GUNSON, K.E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill aggregations. *Biological Conservation*, **109**(1):15-26.
- [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00127-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00127-1)  
COELHO, I.P.; KINDEL, A.; COELHO, A.V.P. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, **54**(4):689-699.
- <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-008-0197-4>  
COFFIN, A.W. 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, **15**(5):396-406.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006>  
CONARD, J.M.; GIPSON, P.S. 2006. Spatial and seasonal variation in wildlife-vehicle collisions. *The Prairie Naturalist*, **38**(4):251-260.
- COSTA, L.S. 2011. Levantamento de mamíferos silvestres de pequeno e médio porte atropelados na BR101, entre os municípios de Joinville e Piçarras, Santa Catarina. *Bioscience Journal*, **27**(3):666-672.
- CUNHA, H.F.; MOREIRA, F.G.A.; SILVA, S.S. 2010. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Maringá*, **32**(3):257-263.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. 2009. *Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário - Projeto de barreiras de concreto – Procedimento. Norma DNIT 109*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 16 p.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, **14**(1):21. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/>. Acesso em: 11/04/2012.
- FERNANDEZ, F.A.S.; PIRES, A.S. 2006. Perspectivas para a sobrevivência dos marsupiais brasileiros em fragmentos florestais: o que sabemos e o que ainda precisamos aprender? In: N.C. CÁCERES; E.L.A. MONTEIRO FILHO (orgs.), *Os marsupiais do Brasil: Biologia, Ecologia e Evolução*. Campo Grande, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, p. 191-200.
- FISCHER, W.A. 1997. *Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal, MS*. Campo Grande, MS. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 44 p.
- FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **29**(1):207-231.
- <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>  
FORMAN, R.T.T.; DEBLINGER, R.D. 2000. The ecological Road-effect zone of a Massachusetts (U.S.A.) suburban highway. *Conservation Biology*, **14**(1):36-46.
- <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99088.x>  
GATTI, A.; BIANCHI, R.; ROSA, C.R.X.; MENDES, S.L. 2006. Diet of two sympatric carnivores, *Cercyon thous* and *Procyon cancrivorus*, in a restinga area of Espírito Santo State, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **22**(2):227-230
- <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467405002956>  
GLISTA, D.J.; DEVAULT, T.L.; DEWOODY, J.A. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Land-scape and Urban Planning*, **91**(1):1-7.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.001>  
GRILO, C.; BISSONNETTE, J.A.; SANTOS-REIS, M. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation*, **142**(2):301-313.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.026>  
GRUPO EXECUTIVO DE INTEGRAÇÃO DA POLÍTICA DE TRANSPORTES. 2014. Transporte Rodoviário. Disponível em: <http://www.geipot.gov.br/NovaWeb/IndexAnuario.htm>. Acesso em: 10/03/2014.
- HEGEL, C.G.Z.; CONSALTER, G.C.; ZANELLA, N. 2012. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135, norte do Estado do Rio Grande do Sul. *Biotemas*, **25**(2):165-170.
- <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n2p165>  
HENGEMÜHLE, A.; CADERMATORI, 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.
- LAURANCE, W.F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S.G.W. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution*, **24**(12):659-669.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>  
LITVAITIS, J.A.; TASH, J.P. 2008. An Approach toward understanding wildlife-vehicle collisions. *Environmental Management*, **42**(4):688-697.
- <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-008-9108-4>  
LODÉ, T. 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*, **29**(3):163-166.
- <http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447-29.3.163>  
MACIEL, NC. 1984. A fauna de restinga do estado do Rio de Janeiro: passado, presente e futuro. Proposta de preservação. In: L.D. LACERDA; D.S.D. ARAUJO; R. CERQUEIRA; B. TURCQ (orgs.), *Restingas: origem, estrutura, processos*. Niterói, CEUFF, p. 285-301.
- MARTINELLI, M.M.; VOLPI, T.A. 2011. Mamíferos atropelados na Rodovia Armando Martinelli (ES-080), Espírito Santo, Brasil. *Natureza on line*, **9**(3):13-116.
- MILLI, M.S.; PASSAMANI, M. 2006. Impacto da Rodovia Josil Espindula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. *Natureza on line*, **4**(2):40-46.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2012. Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameaçadas-de-extincao/fauna-ameaçada>. Acesso em: 10/04/2012.
- MONTEIRO, R.F.; MACEDO, M.V. 2000. Flutuação populacional de insetos fitófagos em Restinga. I. In: F.A. ESTEVES; L.D. LACERDA (orgs.), *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. Rio de Janeiro, NUPEM/UFRJ, p. 77-88.



- MOREIRA, D.O.; BR COUTINHO, B.R.; MENDES, S.L. 2008. O status do conhecimento sobre a fauna de mamíferos do Espírito Santo baseado em registros de museus e literatura científica. *Biota Neotropica*, **8**(2):163-173. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000200017>
- NOWAK, R.M. 1991. *Walker's mammals of the world*. 5ª ed., Baltimore, Johns Hopkins University Press, p. 1629.
- OLIVEIRA, P.A.; LIMA, R.B.S.; CHIARELLO, A.G. 2012. Home range, movements and diurnal roosts of the endangered thin-spined porcupine, *Chaetomys subspinosus* (Rodentia: Erethizontidae), in the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, **77**(2):97-107. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2011.09.005>
- PASSAMANI, M. 2000. Análise da comunidade de marsupiais em Mata Atlântica de Santa Tereza, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* (N. Ser.), **11/12**:215-228.
- PASSAMANI, M. 2010. Use of space and activity pattern of *Sphiggurus villosus* (F. Cuvier, 1823) from Brazil (Rodentia: Erethizontidae). *Mammalian Biology*, **75**(5):455-458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2009.04.005>
- PIRES, A.S.; LIRA, P.K.; FERNADEZ, F.A.Z.; SCHITTINI, G.M.; OLIVEIRA, L.C. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation*, **108**(2):229-237. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00109-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00109-X)
- 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, 147p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. 2013. Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br/paginas/meio-ambiente-unidades-de-conservacao-uc>. Acesso em: 04/03/2013.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 18/06/2013.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. 2011. *Mamíferos do Brasil*. 2ª ed., Londrina, Edição do autor, 439 p.
- RICO, A.; KINDLMANN, P.; SEDLÁČEK, F. 2007. Barrier effects of roads on movements of small mammals. *Folia Zoologica*, **56**(1):1-12.
- RODOSOL. 2013. A RodoSol. Disponível em: [http://www.rodosol.com.br/secoes/rds\\_rodosol.php?m=1](http://www.rodosol.com.br/secoes/rds_rodosol.php?m=1). Acesso em: 04/04/2013.
- ROSA, A.O.; MAUHS, J. 2004. Atropelamento de animais silvestres na rodovia RS - 040. *Caderno de Pesquisa Série Biologia*, **16**(1):35-42.
- SANTANA, G.S. 2012. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, **7**(1):26-40. <http://dx.doi.org/10.4013/nbc.2012.71.05>
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. 2013. Lista de espécies ameaçadas de extinção no Espírito Santo. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/web/fauna.htm>. Acesso em: 05/07/2013.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. 2013. O que são Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso em: 05/07/2013.
- SEILER, A.; HELLDIN, J.O. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. In: J. DAVENPORT; J.L. DAVENPORT (orgs.), *The ecology of transportation: Managing mobility for the environment*. Riddarhyttan, Springer, p. 165-189. [http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4504-2\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4504-2_8)
- SILVA, S.M. 1999. Diagnóstico das restingas no Brasil. Disponível em: [http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias\\_r7/PERFURACAO\\_R7/refere/Restingas.pdf](http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias_r7/PERFURACAO_R7/refere/Restingas.pdf). Acesso em: 23/04/2012.
- SLATER, F.M. 2002. An assessment of wildlife casualties – the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. *Web Ecology*, **3**:33-42. <http://dx.doi.org/10.5194/we-3-33-2002>
- SMITH-PATTEN, B.D.; PATTEN, M.A. 2008. Diversity, seasonality, and context of mammalian road kills in the Southern Great Plains. *Environmental Management*, **41**(6):844-852. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-008-9089-3>
- SPELLERBERG, I.F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: A literature review. *Global Ecology and Biogeography*, **7**(5):317-333. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1466-822x.1998.00308.x>
- TAYLOR, B.D.; GOLDINGAY, R.L. 2010. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. *Wildlife Research*, **37**(4):320-331. <http://dx.doi.org/10.1071/WR09171>
- TROMBULAK, C.S.; FRISSEL, A.C. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, **14**(1):18-30. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>
- UNDERHILL, J.E.; ANGOLD, P.G. 2000. Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape. *Environmental Reviews*, **8**:21-39. <http://dx.doi.org/10.1139/er-8-1-21>
- VIEIRA, E.M. 1996. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Ciência e Cultura*, **48**(4):270-272.
- WORTON, B.J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal Wildlife Management*, **59**(4):794-800. <http://dx.doi.org/10.2307/3801959>
- ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. 2004. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, **18**(1):161-176. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000100014>
- ZUUR, A.F.; IENO, E.M.; WALKER, N.J.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, 574 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6>

Submitted on November 6, 2013

Accepted on August 25, 2014