

1. INTRODUÇÃO

Construção e operação de rodovias são ambas consideradas responsáveis por vários impactos ambientais, causando perturbações, perda e fragmentação do habitat e a morte da fauna silvestre devido ao atropelamento (Trombulak & Frissel, 2000). Trabalhos nos EUA mostram que as perturbações causadas pelas rodovias se estendem por entre 100m e mais de 1km transversalmente a partir destas (Forman & Deblinger, 2000).

Rodovias devem ser consideradas como um sistema ecológico separado, com barreiras específicas e habitats distintos, com flora e fauna variadas (Nankinov & Todorov, 1983). As estradas apresentam um "efeito de borda", pois são consideradas como o fim de um habitat e, existe uma tendência para muitos animais em manter uma população maior próxima da borda do habitat (Dhindsa *et al.*, 1988).

Romanini (2000) destacou três tipos de efeitos diretos que as rodovias causam sobre os vertebrados. O primeiro é o “efeito barreira”, pois as rodovias são um dos principais obstáculos a serem cruzados pelos vertebrados terrestres, sendo a principal causa da fragmentação de habitat. O segundo é o efeito de evitação, causado pela perturbação gerada pelo tráfego. Dentre os efeitos causadores da evitação, o ruído produzido pelos veículos parece ser o mais importante. E por último, o terceiro efeito é a perda de indivíduos por atropelamento, que pode ser o mais impactante, principalmente em populações de baixa densidade ou espécies ameaçadas de extinção.

A frequência de atropelamentos de fauna silvestre parece ser maior em rodovias com grande fluxo de veículos ou que cortam áreas com alta diversidade (Ament *et al.*, 2008). Além disto, altas taxas de mortalidade podem ocorrer quando os animais atravessam a rodovia durante movimentos sazonais (Fisher, 1997; Prada, 2004), como durante a estação reprodutiva ou em consequência do aumento da área de atividade dos animais adultos e do recrutamento de filhotes (Brown *et al.*, 1986; Ashley & Robinson, 1996; Aresco, 2005).

Segundo Fischer (1997), animais silvestres atropelados, conhecidos como “fauna de estrada”, podem servir como indicadores da biodiversidade local, além de fornecerem dados ecológicos e sobre a história natural de algumas espécies. Assim, monitorar a fauna de estrada pode revelar aspectos interessantes como o padrão de deslocamento e a dinâmica sazonal de

algumas populações de espécies presentes na comunidade. Com essas informações pode-se avaliar o grau de conservação local e estabelecer áreas prioritárias para a conservação.

Estradas funcionam como armadilhas ecológicas, pois o que pode atrair um animal para a rodovia, como a oferta de alimentos, pode levá-lo à morte (Dhindsa *et al.*, 1988). De acordo com Forman *et al.* (2003), os atropelamentos de animais silvestres ocorrem principalmente quando a rodovia corta o habitat de determinada espécie e/ou quando a disponibilidade de alimentos ao longo das rodovias serve de atrativo para a fauna.

As estradas quebram a uniformidade das terras com plantações agrícolas e oferecem uma maior variedade de alimentos, como, por exemplo, o lixo que é jogado nas estradas pelos condutores de automóveis (Dill, 1926) ou os grãos desperdiçados após a colheita (Slater, 1994). Dill (1926) analisou cerca de 20 estômagos de uma espécie de pica-pau atropelada e constatou que o conteúdo estomacal era basicamente de migalha de pão, pipoca, pedaço de biscoitos e maçãs.

Hansen (1969, apud Erritzoe *et al.*, 2003) sugeriu que o comportamento da ave determina se uma espécie é susceptível ao atropelamento ou não. Cada espécie tem uma particularidade na altura do voo e o atropelamento geralmente ocorre com espécies que voam a poucos metros do solo, ou quando aves mergulham em voo e acabam por colidir com veículos, principalmente no momento em que uma ave está perseguindo a outra. Brown *et al.* (1986) inferem que algumas espécies que tem uma decolagem mais rápida e voam em paralelo com a estrada raramente serão atingidas por carros.

O forrageamento de aves nas rodovias ou a busca pela superfície quente da estrada também são causas de atropelamento. Como o asfalto tem a propriedade de absorver e manter grandes quantidades de calor do sol, a temperatura média da superfície da estrada é de 6,7°C maior do que na sombra. Whitford (1985) percebeu em seu estudo, que o maior número de aves foi visto em estradas onde a temperatura da superfície era de 7-10°C mais quente que a temperatura do ambiente ao redor. A menor temperatura crítica para a termorregulação em muitas aves é 22-23°C. Aves que utilizam esta energia térmica economizam muitas calorias, podendo utilizar na realização de outras atividades. Segundo Whitford (1985), uma estrada quente e úmida tem mais aves do que uma estrada quente e seca, porém, esse número cai quando aumenta o vento.

Muitas estacas, cercas e postes ao longo das estradas funcionam como postos de observação para aves de rapina, que podem observar suas presas (Robertson, 1930). No tempo úmido ou após chuvas fortes existe um maior número de minhocas disponíveis, pois estas vêm à tona devido à vibração na estrada, e também de insetos que são levados até a rodovia pela chuva (Tabor, 1974; Zumeta & Holmes, 1978). Algumas espécies também fazem uso da rodovia como uma bigorna para quebrar a concha de caracóis, e muitas aves bebem e banham-se nas poças de água ao longo da estrada (Hodson, 1962). Noss (2001) também cita o “banho-de-areia” que as aves tomam no acostamento, como uma forma de deixá-las susceptíveis ao atropelamento.

Seiler & Helldin (2006) destacam que, nas últimas décadas, os atropelamentos passaram a ser mais importantes que a caça como causa direta de mortalidade de vertebrados terrestres e tendem a se tornar uma ameaça significativa à biodiversidade em países em rápido desenvolvimento, tais como a China e a Índia, situação que pode ser comparada com a do Brasil. Segundo Noss (2001), a estimativa é a de que morrem cerca de 1 milhão de vertebrados diariamente nos EUA. Erritzoe *et al.* (2003) fizeram uma revisão de trabalhos sobre a mortalidade de aves em rodovias na Europa, onde as estimativas de mortes anuais variam entre 350 mil a 27 milhões de acordo com o país ou a metodologia utilizada, com variações entre os países e de acordo com a biologia das espécies.

Porém, vale ressaltar que as taxas de atropelamento em geral são subestimadas. Os animais que não morrem no momento da colisão deslocam-se para a vegetação adjacente, onde perecem até morrer sem serem contabilizados. Pequenos vertebrados mortos são levados rapidamente por necrófagos e carcaças de animais de médio porte em geral somem da rodovia em período compreendido entre 1 e 15 dias (Fischer, 1997). Muitos trabalhos têm demonstrado erros de amostragens (Hodson 1966, Johnson, 1989). Um estudo mostrou que a média de tempo em que um pássaro permanece na rodovia após o atropelamento é de 48 horas (Vignes, 1984). Já em outro trabalho realizado, mostrou-se que 73% das aves de pequeno porte foram removidas da pista após 32 horas, 17% após 12 horas e 56% das aves de porte maior foram removidas depois de 5 horas (Göransson *et al.*, 1978, apud Erritzoe *et al.*, 2003). Muitas aves não são mortas no momento do atropelamento, conseguindo voar alguns metros até a vegetação de entorno da rodovia, ou são jogadas fora da estrada pelo vento causado pela alta velocidade dos automóveis. As aves de pequeno porte que ficam presas nas grades dianteiras dos veículos, também é outro fator que contribui para a perda de dados que

quantifiquem os atropelamentos, porém ainda não existem estudos que indiquem esse fator, mesmo sendo evidente.

Segundo o Ministério dos Transportes (2004), até o ano 2000 o Brasil possuía cerca de 1.720.000 km de estradas pavimentadas e não pavimentadas, construídas pela destruição de aproximadamente 595,5 mil hectares ocupados por variadas formas de vida. E também, só no ano de 1998, 4% dos acidentes de tráfego rodoviário foram causados por colisões de veículos com animais. Formam *et al.* (2003) afirmam que os acidentes envolvendo animais de grande porte e veículos estão aumentando na América do Norte e isso causa danos nos veículos, fatalidades com seres humanos e perdas econômicas. Ressaltam ainda que embora os animais de grande porte sejam os mais percebidos, é possível que a Biomassa seja ainda maior de pequenos animais e, em alguns casos, essa mortalidade poderia exceder as causas de mortes naturais como doenças e predação.

No Brasil, alguns pesquisadores vêm preocupando-se com a problemática dos atropelamentos sobre a fauna silvestre (Novelli *et al.*, 1988; Fischer, 1997; Rodrigues *et al.*, 2002; Prada, 2004; Bagatini, 2006; Coelho *et al.*, 2008; Turci & Bernarde, 2009). Porém, as informações na literatura sobre animais atropelados no país são relativamente poucas sendo que, alguns deles abordaram apenas mamíferos (Valladares-Padua *et al.*, 1995; Vieira, 1996; Pereira *et al.*, 2006; Cherem *et al.*, 2007). De acordo com Bager (2007), somente a partir do ano de 2000 houve um maior número de publicações sobre o assunto, sendo que no estado do Rio Grande do Sul estão concentrados o maior número de trabalhos realizados. Porém, com exceção do estudo de Novelli *et al.* (1988), onde foi feito um levantamento específico de aves, os demais trabalhos foram de registros de vertebrados em geral. Referente à região do Bioma Pampa, foi realizado um levantamento de mamíferos atropelados em Uruguaiana por Tumeleiro *et al.* (2006). Entretanto, tratando-se do grupo das aves, percebemos uma deficiência de dados específico do grupo, pois este mostrou-se o mais atingido em diversos estudos de atropelamentos de vertebrados silvestres (Rodrigues *et al.*, 2002; Clevenger *et al.*, 2003 e Bagatini, 2006).

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o número de aves silvestres mortas por atropelamentos em um trecho da BR-290, na região do Bioma Pampa, identificando as espécies mais vulneráveis ao atropelamento, encontrando os principais fatores que influenciam a mortalidade por atropelamento, procurando relacionar a taxa de mortalidade com as características ecológicas das espécies, bem como estudar as possíveis variações das taxas de atropelamento ao longo do ano e fatores temporais potencialmente associados a elas. Pois, entendendo os padrões relacionados aos atropelamentos e a biologia das espécies mais impactadas será possível estimar os impactos sobre as populações e propor medidas para mitigá-los.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A BR-290 atravessa o estado do Rio Grande do Sul do litoral norte, em sentido oeste, até o município de Uruguaiana, na divisa com a Argentina, apresentando 726 km de extensão. O trecho estudado foi entre os quilômetros 424 e 428 da BR-290 (30°19'S, 54°22'O), distante cerca de cinco quilômetros do centro urbano do município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil, tendo assim pouca influência do trânsito urbano (Figura 1).

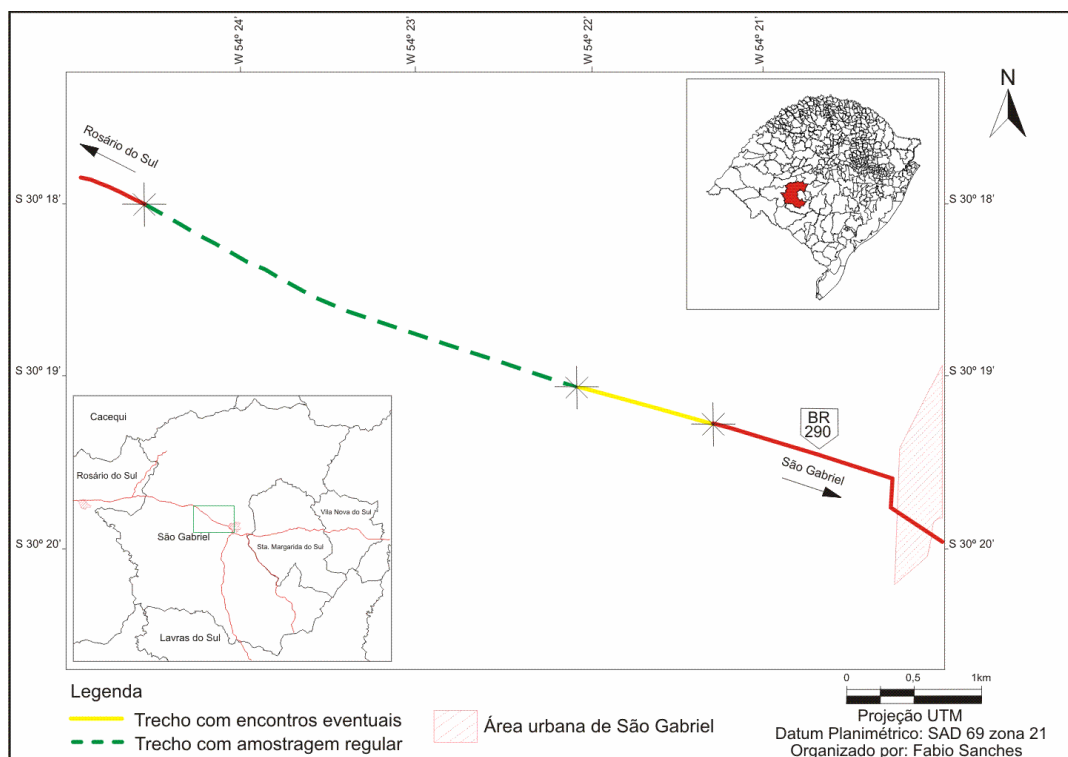


Figura 1. Localização do município de São Gabriel, mostrando a área percorrida durante o estudo na Rodovia BR-290, indicando o trecho de amostragem regular (entre os km 424 e 428) e o de Encontros Eventuais. (Produzido por Fabio Sanches).

O município de São Gabriel está dentro dos domínios do Bioma Pampa, o qual caracteriza-se por uma vegetação campestre, onde predominam relevos de planície e por uma vegetação mais densa, arbustiva e arbórea nas encostas e ao longo dos cursos d'água. As florestas do Bioma Pampa abrangem em sua maioria as florestas estacionais mesófilas, distribuídas em núcleos descontínuos (Leite & Klein, 1990). O clima da região é subtropical e as temperaturas médias mínimas e máximas durante o período do estudo oscilaram entre 5,0° no mês mais frio e 32,2°C no mês mais quente. Apresenta chuvas distribuídas homogeneamente durante o ano (total de 1.825 mm no período do estudo), com as quatro estações bem delimitadas (Pereira *et al.*, 1989). A matriz de entorno da rodovia era caracterizada por áreas de campo, com vegetação rasteira utilizada para pastagem de bovinos e ovinos, áreas utilizadas para plantio de monoculturas, principalmente soja e arroz, e por áreas de charco, que se encontravam alagadas permanentemente. Entre os quilômetros 426 e 427 existia um grande corpo d'água na matriz de entorno, compreendendo aproximadamente 87 hectares, sendo conhecido popularmente como “Lagoão das Vacas”, que serve de habitat para muitas espécies de aves (Figuras 2 e 3).

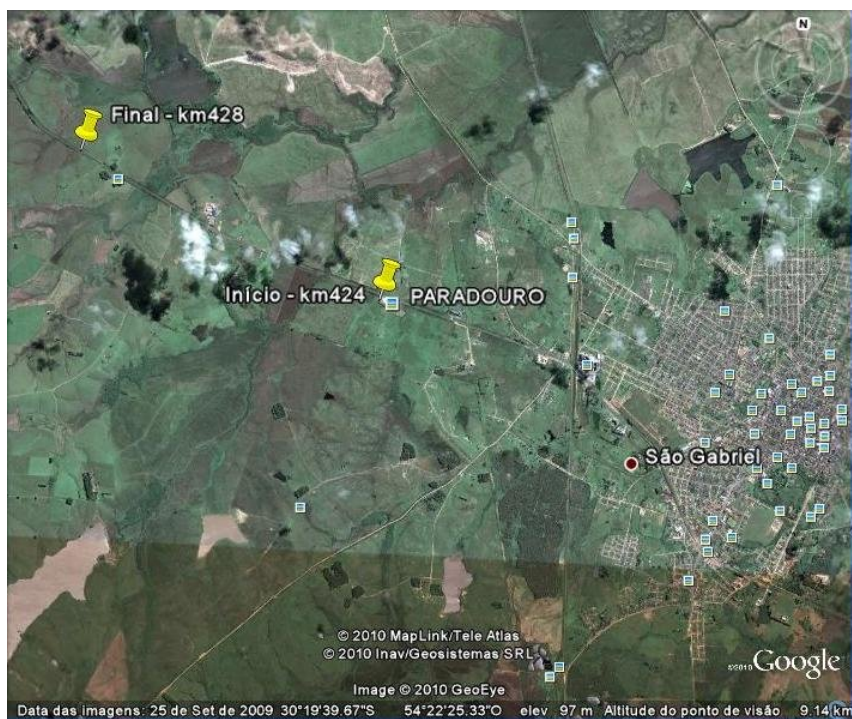


Figura 2. Imagem de satélite localizando o trecho de estudo entre os quilômetros 424 e 428 da BR-290 no município de São Gabriel, RS.



Figura 3. Charco conhecido popularmente como “Lagoão das vacas”, margeia uma parte do trecho de estudo, servindo de habitat para inúmeras espécies de aves.

3.2. TRABALHO DE CAMPO

As amostragens tiveram duração de 13 meses, de maio de 2009 a maio de 2010, sendo que o mês de maio de 2009 foi considerado como pré-amostragem, servindo para ajuste do método. Portanto, a amostragem regular compreendeu um ano, de junho de 2009 a maio de 2010. Os indivíduos encontrados durante os deslocamentos fora do trecho amostral, ou no período de pré-amostragem (maio 2009), foram considerados como Encontros Eventuais (E. E.).

O trecho regular de estudo, compreendendo quatro quilômetros, foi percorrido dos dois lados da pista, sempre por duas pessoas, utilizando bicicletas a uma velocidade aproximada de 10 km/hora, para facilitar o avistamento dos espécimes na pista de rodagem e acostamento. A marcação feita pelo DAER na pista foi adotada como referência da localização do indivíduo, sendo que a cada 20 metros existia uma marca pintada na pista. As amostragens ocorreram duas vezes por semana, com intervalos de no mínimo dois e no máximo quatro dias, totalizando seis amostragens no período de pré-amostragem e 101 no período regular. Os deslocamentos foram realizados durante o dia, no início da manhã ou final da tarde.

Para cada espécime de ave encontrada atropelada, foi feita a identificação do indivíduo (no menor nível taxonômico possível), registro do local (quilômetro e a metragem da marcação do DAER), registro fotográfico, data do encontro e registro sobre alguma característica da margem do entorno da rodovia (Figura 4). Os espécimes que encontravam-se em melhor estado de conservação foram coletados e tombados na Coleção de Ornitologia do Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS, e alguns exemplares permaneceram no laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, sendo utilizados como material didático. Indivíduos em elevado estado de decomposição não foram coletados, sendo então removidos da rodovia, para não causar em duplicação de dados.



Figura 4. Registro de espécime encontrado atropelado na BR-290 no município de São Gabriel, RS.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Para tratamento das informações, foi utilizada a estatística descritiva. A partir de dados coletados nas amostragens foi calculada a taxa anual de atropelamentos, onde foi dividido o número de indivíduos atropelados por km por ano ou para a taxa mensal, por mês.

Foi realizada uma comparação, através do Teste de Regressão Múltipla, entre o número de aves atropeladas, a temperatura média máxima, temperatura média mínima e precipitação, (gráficos das figuras 5 e 6).

Para analisar a diferença dos atropelamentos de acordo com as estações quentes e frias foi feito o Teste do χ^2 (Qui-quadrado).

Construiu-se também, uma tabela para demonstrar a diferença entre as taxas de atropelamentos de aves entre diversos trabalhos realizados (Novelli *et al.*, 1988; Clevenger *et al.*, 2003; Rosa & Mauhs, 2004; Melo & Santos-Filho, 2007; Coelho *et al.*, 2008; Gryz & Krauze, 2008; Hengemühle & Cademartori, 2008; Turci & Bernarde, 2009; Massocato & Balestieri, 2010; tabela 3).

Foram analisados o grau de conservação das espécies encontradas e o *status* de ocorrência das mesmas no Rio Grande do Sul e no Brasil de acordo com a Lista de Referências das Aves do Rio Grande do Sul (Bencke, 2001) e a Lista das aves do Brasil (CBRO, 2009), respectivamente.

4. RESULTADOS

Ao total foram encontrados 707 espécimes de aves atropeladas, distribuídos em 15 ordens, 32 famílias e 74 espécies, sendo que 171 indivíduos não puderam ser identificados em nível específico. Deste total, 551 espécimes (68 espécies) foram encontradas no período de amostragem regular e 156 registradas como Encontros Eventuais (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância e porcentagem de aves registradas atropeladas no período de maio de 2009 a maio de 2010, em um trecho da BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul. Em negrito as espécies com $N \geq 13$, ou seja, em média um ou mais indivíduos por mês. (N= número de indivíduos; E.E. = Encontros eventuais). Tabela realizada de acordo com a lista do CBRO (2009).

Táxon	Nome popular	N (%) Regular	N (%) E. E.
TINAMIFORMES			
Tinamidae			
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	codorna-amarela	14 (1,98)	8 (1,13)
ANSERIFORMES			
Anatidae			
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê		4 (0,57)
Não identificado		2 (0,28)	
CICONIIFORMES			
Ardeidae			
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	3 (0,42)	
FALCONIFORMES			
Falconidae			
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	1 (0,14)	1 (0,14)
GRUIFORMES			
Aramidae			
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	1 (0,14)	

Rallidae

<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	3 (0,42)	
<i>Pardirallus sanguinolentus</i> (Swainson, 1837)	saracura-do-banhado	2 (0,28)	1 (0,14)
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	frango-d'água-comum		4 (0,57)

CHARADRIIFORMES**Charadriidae**

<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero		1 (0,14)
--	-------------	--	----------

Scolopacidae

<i>Gallinago paraguaiae</i> (Vieillot, 1816)	narceja	1 (0,14)	
--	---------	----------	--

Jacanidae

<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	4 (0,57)	
---------------------------------------	--------	----------	--

COLUMBIFORMES**Columbidae**

<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	7 (0,99)	4 (0,57)
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picui	28 (3,96)	5 (0,71)
<i>Zenaida auriculata</i> (Dês Murs, 1847)	pomba-de-bando	50 (7,07)	18 (2,55)
Não identificado		6 (0,85)	2 (0,28)

PSITTACIFORMES**Psittacidae**

<i>Myiopsitta monachus</i> (Boddaert, 1783)	caturrita	3 (0,42)	
---	-----------	----------	--

CUCULIFORMES**Cuculidae**

<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	papa-lagarta-acanelado	8 (1,13)	2 (0,28)
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	3 (0,42)	1 (0,14)
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	3 (0,42)	2 (0,28)
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	1 (0,14)	

STRIGIFORMES**Tytonidae**

<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	coruja-da-igreja	1 (0,14)	
Strigidae			
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira		1 (0,14)
CAPRIMULGIFORMES			
Caprimulgidae			
<i>Podager nacunda</i> (Vieillot, 1817)	coruçã	1 (0,14)	1 (0,14)
<i>Caprimulgus parvulus</i> Gould, 1837	bacurau-chintã	1 (0,14)	
APODIFORMES			
Trochilidae			
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	6 (0,85)	1 (0,14)
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	beija-flor-dourado	6 (0,85)	1 (0,14)
CORACIIFORMES			
Alcedinidae			
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	12 (1,70)	2 (0,28)
PICIFORMES			
Picidae			
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	1 (0,14)	1 (0,14)
PASSERIFORMES			
Não identificado		46 (6,51)	8 (1,13)
Thamnophilidae			
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	choca-de-chapéu-vermelho	11 (1,56)	1 (0,14)
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	1 (0,14)	1 (0,14)
Furnariidae			
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	35 (4,95)	12 (1,70)
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i> (Vieillot, 1817)	bichoita	3 (0,42)	
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim	5 (0,71)	1 (0,14)
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	2 (0,28)	1 (0,14)
[<i>Asthenes pyrrholeuca</i> (Vieillot, 1817)]	lenheiro-de-rabo-comprido		1 (0,14)
<i>Anumbius annumbi</i> (Vieillot, 1817)	cochicho	1 (0,14)	
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	trepador-quiete	3 (0,42)	

Tyrannidae

<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	8 (1,13)	
<i>Elaenia obscura</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	tucão	1 (0,14)	
<i>Elaenia</i> sp.		4 (0,57)	
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	1 (0,14)	
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	alegrinho	6 (0,85)	
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	filipe		1 (0,14)
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	3 (0,42)	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	5 (0,71)	3 (0,42)
<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha	6 (0,85)	2 (0,28)

Hirundinidae

<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	1 (0,14)	
---------------------------------------	--------------------	----------	--

Troglodytidae

<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	7 (0,99)	1 (0,14)
---	----------	----------	----------

Poliophtilidae

<i>Poliophtila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara	3 (0,42)	
--	-------------------------	----------	--

Turdidae

<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	1 (0,14)	
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	4 (0,57)	
<i>Turdus</i> sp.		2 (0,28)	

Thraupidae

<i>Saltator similes</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro-verdadeiro	1 (0,14)	
<i>Saltator aurantirostris</i> Vieillot, 1817	bico-duro	2 (0,28)	
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	1 (0,14)	1 (0,14)
<i>Thraupis bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	sanhaçu-papa-laranja	1 (0,14)	1 (0,14)

Emberizidae

<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	3 (0,42)	
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	2 (0,28)	3 (0,42)
<i>Poospiza nigrorufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	quem-te-vestiu	2 (0,28)	1 (0,14)
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro	49 (6,93)	5 (0,71)

<i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789)	sabiá-do-banhado	1 (0,14)	
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	1 (0,14)	
<i>Sporophila collaris</i> (Boddaert, 1783)	coleiro-do-brejo	2 (0,28)	
<i>Sporophila caerulescens</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	1 (0,14)	
<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	3 (0,42)	
<i>Paroaria coronata</i> (Miller, 1776)	cardeal	18 (2,55)	2 (0,28)
Cardinalidae			
<i>Cyanoloxia glaucocaerulea</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	azulinho	1 (0,14)	
Parulidae			
<i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	1 (0,14)	1 (0,14)
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	3 (0,42)	1 (0,14)
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	1 (0,14)	
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	1 (0,14)	
Icteridae			
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	encontro	1 (0,14)	
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi	15 (2,12)	6 (0,85)
<i>Agelaioides badius</i> (Vieillot, 1819)	asa-de-telha	5 (0,71)	1 (0,14)
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta	2 (0,28)	
Fringillidae			
<i>Sporagra magellanica</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo	1 (0,14)	
Passeridae			
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	33 (4,67)	14 (1,98)
Não identificado		73 (10,32)	28 (3,96)
Total		551 (77,93)	156 (22,07)

Ao se comparar os dados obtidos nesse trabalho a alguns trabalhos realizados no RS, Brasil e exterior, percebe-se que o número de aves atropeladas é nem maior no estudo aqui feito (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação entre alguns estudos de atropelamento de aves realizados em diferentes localidades do RS, Brasil e fora do país.

Local	Fonte	Trecho (km)	Período (meses)	Nº de indivíduos	Nº de espécies	Método amostral
BR-471	Novelli <i>et al.</i> (1988)	66	4	144	15	Automóvel
RS-389	Hengemühle & Cademartori (2008)	12	10	14	6	A pé
RS-389 e BR-101	Coelho <i>et al.</i> (2008)	95 e 100	12	169	52	Automóvel
RS-040	Rosa & Mauhs (2004)	52	24	27	18	-
SP- 253; 330; 215; 310; 318 e 255	Prada (2008)	239,24	12	310	45	Automóvel
RO-383	Turci & Bernarde (2009)	110	12	67	12	Automóvel
BR-070	Melo & Santos-Filho (2007)	63	12	54	14	Automóvel
MS-270	Massocato & Balestieri (2010)	12	12	82	12	Bicicleta
Polônia	Gryz & Krauze (2008)	2,510	24	58	18	A pé
Canadá	Clevenger <i>et al.</i> (2003)	65,253	36	316	36	Automóvel
Presente estudo	-	4	12	551	68	Bicicleta

Considerando o prazo de um ano e o comprimento do trecho amostrado (4 km), a taxa anual de atropelamento foi de 137,75 indivíduos/km/ano. A taxa média mensal de atropelamentos foi de 11,47 indivíduos/km/mês (Tabela 3). As maiores taxas foram

registradas nos meses de janeiro, fevereiro e março (16,5; 17,5 e 21,25 indivíduos/km/mês, respectivamente), reduzindo nos meses correspondentes às estações mais frias.

Considerando a taxa anual de atropelamento que é de 137,75 indivíduos/km, ao se multiplicar esse número pelos 726 quilômetros de extensão que a BR-290 apresenta, estima-se que a taxa anual de atropelamentos nessa rodovia seja de 100.006 indivíduos.

Tabela 3. Abundância, porcentagem e taxa mensal de atropelamentos de aves, de junho de 2009 a maio de 2010, em um trecho de 4 km na BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.

Mês	N (%)	Taxa mensal de atropelamento
Junho	43 (7,80)	10,75
Julho	15 (2,72)	3,75
Agosto	29 (5,26)	7,25
Setembro	22 (3,99)	5,5
Outubro	35 (6,35)	8,75
Novembro	34 (6,17)	8,5
Dezembro	46 (8,35)	11,5
Janeiro	66 (11,98)	16,5
Fevereiro	70 (12,70)	17,5
Março	85 (15,43)	21,25
Abril	59 (10,71)	14,75
Mai	47 (8,53)	11,75
Total	551 (100,00)	137,75 indivíduos/km/ano

O número de encontro de indivíduos atropelados mostrou diferença significativa entre a estação mais quente (de outubro a março, N=336) e a estação mais fria (de abril a setembro, N=215; $\chi^2=1291,69$; g.l.=1; $p<0,00$). Foram analisadas possíveis relações entre o número de indivíduos encontrados atropelados e as seguintes variáveis abióticas: pluviosidade mensal; temperatura média mínima e máxima mensal no período de amostragem. A principal variável relacionada ao número de indivíduos encontrados atropelados foi a temperatura média máxima (Regressão Múltipla, $R_p=0,743$; $p=0,005$; N=551), seguida da temperatura média mínima (Regressão Múltipla, $R_p=0,661$; $p=0,019$; N=551; Figura 5). O número de indivíduos encontrados atropelados não mostrou relação com a pluviosidade (Regressão Múltipla, $R_p=0,132$; $p=0,680$; N=551; Fig. 6).

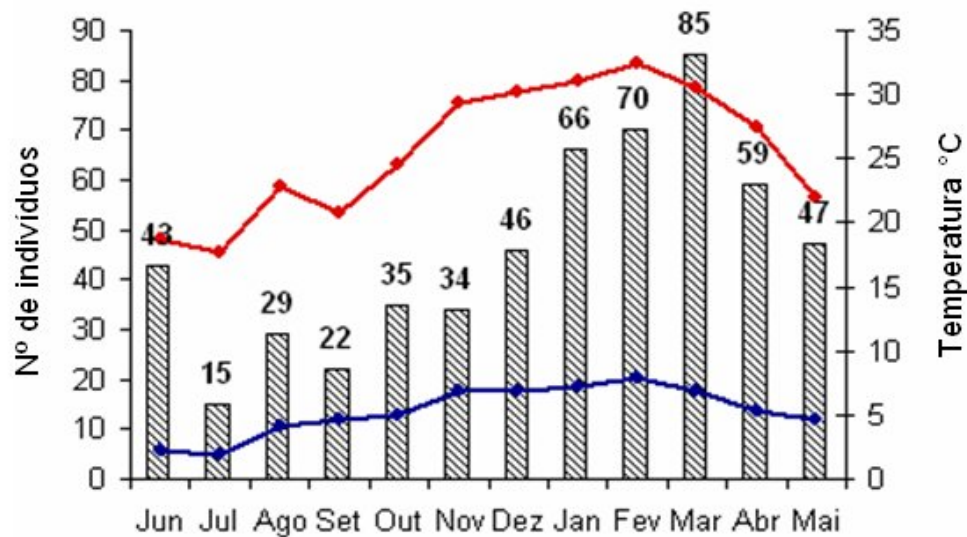


Figura 5. Temperatura média mínima (linha azul), temperatura média máxima (linha vermelha) e número de indivíduos (barras) de aves encontradas atropeladas, de junho de 2009 a maio de 2010, em um trecho da BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.

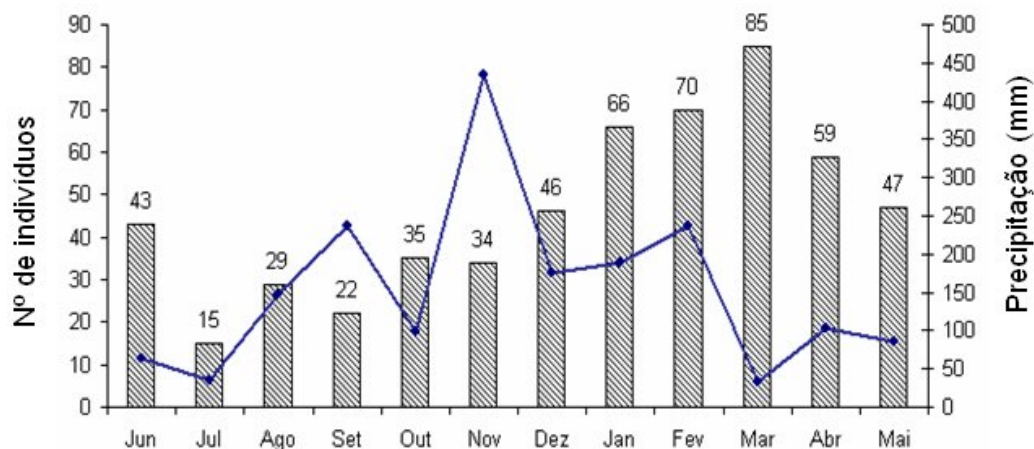


Figura 6. Pluviosidade mensal (linha azul) e número de indivíduos (barras) de aves encontradas atropeladas, de junho de 2009 a maio de 2010, em um trecho da BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.

Das 74 espécies registradas, 68 espécies correspondem ao período de amostragem regular e seis espécies foram registradas apenas nos Encontros Eventuais, *Dendrocygna viduata*, *Gallinula chloropus*, *Vanellus chilensis*, *Athene cunicularia*, *Asthenes pyrrholeuca* e *Myiophobus fasciatus*.

Considerando a amostragem regular e os Encontros Eventuais, de acordo com o *status* de ocorrência no Rio Grande do Sul (Bencke, 2001), foram registradas seis espécies migratórias: *Coccyzus melacoryphus*, *Podager nacunda*, *Caprimulgus parvulus*, *Progne tapera*, *Tyrannus savana* e *Myiophobus fasciatus* (Figura 7). Uma espécie é classificada como vagante *Butorides striata* e, também, uma espécie, *Asthenes pyrrholeuca*, não consta na Lista de referências das aves do Rio Grande do Sul (Bencke, 2001), sendo classificada como registro duvidoso na Lista das aves do Brasil (CBRO, 2009) (Figura 8). Quanto às demais espécies, são todas residentes e nenhuma se encontra ameaçada de extinção.

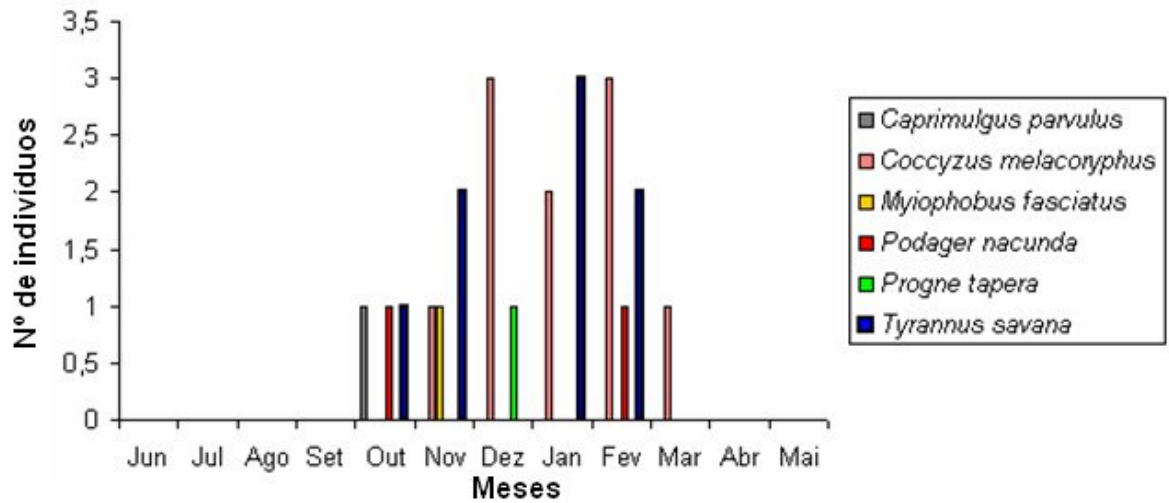


Figura 7. Espécies migratórias encontradas de acordo com a distribuição sazonal dos atropelamentos de junho de 2009 a maio de 2010, em um trecho da BR-290, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.



Figura 8. Indivíduo de *Asthenes pyrrholeuca* tombado na coleção de Ornitologia do Museu de Ciências e Tecnologia da PUC-RS com o número do MCP 2804.

A Ordem dos Passeriformes foi a que mais teve registros de atropelamentos, representando mais da metade dos indivíduos encontrados na amostragem regular (N=310, 56,26%).

As espécies com maior número de atropelamentos ($N \geq 13$, ou seja, em média um ou mais indivíduos por mês), foram: *Zenaida auriculata* (N=50), *Sicalis flaveola* (N=49), *Furnarius rufus* (N=35), *Passer domesticus* (N=33), *Columbina picui* (N=28), *Paroaria coronata* (N=18), *Chrysomus ruficapillus* (N=15) e *Nothura maculosa* (N=14). As demais espécies tiveram registro inferior a 13 indivíduos, sendo que 26 foram registradas somente uma vez.

Foram contabilizadas sete espécies de aves que habitam preferencialmente ambientes aquáticos *Butorides striata*, *Aramus guarauna*, *Aramides cajanea*, *Pardirallus sanguinolentus*, *Gallinago paraguaiae*, *Jacana jacana* e *Chloroceryle americana*, sendo que apenas duas espécies foram encontradas em um trecho da rodovia não correspondente com a matriz de charco. Também foram registradas nos Encontros Eventuais outras duas espécies de aves aquáticas, *Dendrocygna viduata* e *Gallinula chloropus*.

Quanto as espécies de hábitos noturnos foram registradas três espécies, *Tyto alba*, *Podager nacunda* e *Caprimulgus parvulus*, e também foi registrado um indivíduo de *Athene cunicularia* nos Encontros Eventuais. Sendo que *Athene cunicularia* e *Podager nacunda* também possuem hábitos diurnos. Houve somente dois registros de aves de rapina *Tyto alba* e *Falco sparverius*, e novamente um indivíduo de *Athene cunicularia* nos Encontros Eventuais.

Não houve diferença do número de atropelamentos entre os quatro quilômetros percorridos, Km 424 (N=136), Km 425 (N=137), Km 426 (N=137) e Km 427 (N=141).

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao comparar o trabalho feito com outros estudos realizados em rodovias do Rio Grande do Sul, demais regiões do Brasil e outros países, percebemos que o número de registros de aves atropeladas nesse estudo pode ser considerado elevado (Tabela 3). Os estudos aqui comparados contabilizaram as quatro classes de vertebrados atropelados, com exceção ao realizado por Novelli *et al.* (1988) onde foi estudada somente a classe aves. Esse estudo de Novelli e colaboradores (1988) teve duração de quatro meses (março a junho), no qual, 144 espécimes de aves foram contabilizados em um trecho de 66 quilômetros, sendo que no mesmo período, registramos 234 espécimes no trecho de apenas quatro quilômetros. No trabalho realizado por Hengemühle & Cademartori (2008) e Gryz & Krauze (2008) as amostragens eram realizadas a pé, o que facilita a visualização das carcaças de espécies de pequeno porte, porém, o número de registros é baixo ao se comparar ao presente estudo. Hengemühle & Cademartori (2008) afirmaram que o baixo número de aves atropeladas nesse trecho, deve-se, em parte, ao fato da restrição ao tráfego de veículos pesados nessa rodovia, o que impossibilita o transporte de grãos, não havendo assim grãos caídos na rodovia, diminuindo então, o atrativo para espécies granívoras.

No estudo realizado por Massocato & Balestieri (2010) na MS-270 utilizaram a mesma metodologia de amostragem, percorrendo o trecho com o uso de bicicletas, no período de um ano, porém o trecho amostrado possuía oito quilômetros a mais do que o aqui percorrido, e o número de encontros também mostrou-se relativamente baixo.

Comparando-se aos trabalhos que utilizaram automóveis nas amostragens, todos tiveram um índice menor de encontros de aves atropeladas, sendo que os mesmos apresentavam uma área de estudo maior, e alguns o tempo de amostragem também foi maior. O número tão grande de aves atropeladas no presente estudo, pode ter correlação com a metodologia utilizada, onde pode-se encontrar espécies de pequeno porte devido a velocidade não ultrapassar 10km/h, facilitando o avistamento dos indivíduos na pista de rodagem e no acostamento, em vista que a velocidade atingida pelos automóveis foi sempre superior a 60km/h, o que dificulta sobremaneira o avistamento das espécies de pequeno porte.

Em um trabalho realizado na Inglaterra durante um ano, pode-se perceber a diferença significativa entre a metodologia utilizada nas amostragens. Nas amostragens em que o trecho

foi percorrido a pé foram encontradas 30,33 aves por milha/ano, no trecho percorrido de bicicleta, 23,90 aves por milha/ano e no trecho percorrido de carro a média foi de 10,92 aves por milha/ano (Hodson & Snow, 1965). A partir do contexto, é provável que todos os estudos publicados sobre atropelamentos possuam considerável grau de subamostragem, devido em primeiro lugar à rapidez que as carcaças somem das rodovias, mas também a forma como o estudo é feito: de carro, ciclomotores, bicicletas ou a pé.

A diferença entre o número de indivíduos mortos entre os variados estudos também pode estar relacionada a diferentes densidades de veículos que rodam diariamente nas rodovias. No presente estudo não calculamos a densidade do tráfego da rodovia amostrada, porém, em conversa com a Polícia Rodoviária da Região, eles estimam que cerca de 2 mil veículos trafegam diariamente no trecho de estudo, porém esse número tende a aumentar na época de veraneio e no período do transporte da safra.

No entanto, as estradas onde o fluxo de veículos é mais intenso, e a velocidade é alta, as carcaças dos animais atropelados podem desaparecer mais rapidamente da rodovia, devido ao atropelamento repetitivo. Um exemplo pode ser visto no trabalho realizado por Stewart (1971), onde foram colocados 50 pardais mortos na estrada e depois de 90 minutos restavam apenas partes de cinco indivíduos. Outro problema é a dificuldade de encontrar aves na vegetação ao longo da estrada. Em alta velocidade 5% das aves foram jogados na vala e em baixa velocidade de apenas 0,5% (Nankinov & Todorov, 1983).

Haas (1964, apud Erritzoe *et al.*, 2003) afirma que são mais encontradas aves atropeladas em estradas onde a velocidade é maior e a densidade de veículos é reduzida, o mesmo que diz Martens (1962, apud Erritzoe *et al.*, 2003), que a densidade do tráfego não tem tanta importância, mas sim a velocidade atingida pelos carros. A maioria dos autores atribui à velocidade dos veículos, como de grande importância para o número de atropelamentos. O efeito da densidade do tráfego e qual o papel que ela desempenha para colisões ainda gera incertezas. Alguns autores acham que as estradas com muito tráfego tiveram maior número de acidentes, outros que o tráfego denso dá um efeito de aprendizagem para as aves, para que aprendam a atravessar a estrada voando mais alto (Erritzoe *et al.*, 2003). Ou seja, um automóvel em alta velocidade pode matar mais do que vários automóveis em baixa velocidade.

Outra hipótese para explicar o número tão grande de aves registradas nos diferentes estudos realizados seria o hábito de forragear nas rodovias e o próprio voo, que confere maior

mobilidade, aumentando proporcionalmente a probabilidade de se chocar com veículos. O deslocamento em três dimensões e a constituição delicada do corpo adaptado para voar também aumenta a suscetibilidade do grupo ao atropelamento (Clevenger *et al.*, 2003). Considerando também o pequeno peso corpóreo de determinadas espécies, esse faz com que aumente a suscetibilidade a colisões, devido ao forte deslocamento de ar causado pelos veículos que trafegam em alta velocidade.

O tamanho das populações de aves pode explicar a elevada taxa de mortalidade causada por atropelamentos. O que pode estar acontecendo, é a compatibilidade de acidentes com a maior abundância na área. Como citado por Forman *et al.* (2003), a mortalidade é geralmente concentrada em uma ou poucas espécies, normalmente de habitats generalistas, localmente abundantes, altamente móveis e/ou atraídas por recursos ou características ambientais favoráveis das rodovias.

Os fatores citados acima por Forman *et al.* (2003), correspondem com as características das espécies mais registradas nesse trabalho: *Zenaida auriculata* (N=50), *Sicalis flaveola* (N=49), *Furnarius rufus* (N=35), *Passer domesticus* (N=33), *Columbina picui* (N=28), *Paroaria coronata* (N=18), *Chrysomus ruficapillus* (N=15) e *Nothura maculosa* (N=14).

As espécies *Zenaida auriculata* e *Columbina picui*, ambas pertencentes à ordem dos Columbiformes, apresentaram elevado índice de atropelamentos, devido à abundância das espécies na localidade, sendo ambas de ampla distribuição, habitando áreas abertas e antropizadas como as rodovias. Essas costumam apresentar-se em bandos numerosos em regiões de plantação de grãos, como é o caso da região estudada. Podemos observar durante as amostragens agrupamentos de indivíduos alimentando-se nas lavouras de arroz e soja presentes no entorno da rodovia. Na época da safra, quando acontecia o transporte de grãos, os indivíduos permaneciam na rodovia para consumir os grãos que caíam dos caminhões.

O mesmo ocorreu também às outras espécies que apresentaram alto índice de mortalidade, *Sicalis flaveola*, *Chrysomus ruficapillus*, *Paroaria coronata* e *Passer domesticus*, que também alimentam-se de grãos presentes nas rodovias, formando, junto com os Columbiformes, bandos nas rodovias em busca de grãos. O elevado número de indivíduos mortos dessas espécies, também pode ser explicado devido à sua abundância em todo o estado, e em qualquer época do ano, habitando ambientes já antropizados, (Belton, 1994). *Passer domesticus* é uma espécie exótica, muito bem adaptada e comum em todo Rio Grande

do Sul, que além de comer grãos, alimenta-se de insetos, brotos e restos de alimentos deixados pelos humanos, como relata Dill (1926). *Nothura maculosa* é uma espécie lenta, que vive no chão e voa apenas quando em perigo e por poucos metros. Segundo Belton (1994), é comum vê-la atravessando estradas onde, às vezes, permanece quieta, “congelada”, mesmo com carros passando a pouca distância. *Furnarius rufus* também é uma espécie comum, que se alimenta de insetos, portanto a rodovia oferece muitos recursos, devido aos insetos que são atraídos de noite pelas luzes dos carros e no dia seguinte encontram-se disponíveis na rodovia, e como disse Zumeta & Holmes (1978), após as chuvas os insetos são levados até a rodovia e minhocas vêm à tona do solo, sendo uma oferta de alimento para essa espécie e demais.

A ordem com maior número de registros nesse estudo foi a Passeriformes (N=310; 56,26%), seguida pelos Columbiformes (N=91; 16,61%). Já no estudo de Prada (2004), a ordem Strigiformes, também seguida pelos Columbiformes. Fischer (1997) encontrou um alto número de Falconiformes e Strigiformes também, ao contrário desse estudo, no qual o registro de corujas e gaviões foi inferior a 1%. Fischer (1997) atribui o elevado número de corujas atropeladas em seu estudo devido a presença de aglomerados de besouros que se formavam próximos aos postes com luzes artificiais durante a noite, principalmente próximo aos postos de pedágio, ao contrário do estudo aqui realizado, no qual o trecho de estudo não possuía iluminação artificial ao longo da rodovia amostrada. Prada (2004) registrou 16 espécies dentro da ordem Passeriformes em seu estudo, e atribuiu o encontro destes à baixa velocidade utilizada durante a amostragem. Porém, nesse estudo foram contadas 47 espécies dentro da ordem Passeriformes, pois ao realizar as amostragens de bicicleta, é mais fácil observar animais de pequeno porte. Os Passeriformes também foram a ordem mais atropelada no estudo de Melo & Santos-Filho (2007), representando 53,70% dos indivíduos totais encontrados.

Quanto as espécies de hábito aquático, *Butorides striata*, *Aramus guarauna*, *Aramidides cajanea*, *Pardirallus sanguinolentus*, *Gallinago paraguayiae*, *Jacana jacana* e *Chloroceryle americana* e mais outras duas espécies registradas nos Encontros Eventuais, *Dendrocygna viduata* e *Gallinula chloropus*, apenas duas espécies foram encontradas em um trecho da rodovia não correspondente com a matriz de charco. O fato do encontro dessas espécies ter sido maior na região de charco reflete os hábitos de vida das mesmas. O atropelamento, nesse caso, acontece durante o deslocamento das espécies entre as diversas partes fragmentadas do habitat, que foi cortado pela malha viária. As estradas podem funcionar como armadilhas, pois, após a chuva a superfície da rodovia se parece para as aves como uma superfície de um

rio ou lago, o que pode explicar porque espécies aquáticas ocasionalmente são encontradas atropeladas (Short & Craigie, 1958).

Foram registradas três espécies de hábitos noturnos, *Tyto alba*, *Podager nacunda* e *Caprimulgus parvulus*, e também foi registrado um indivíduo de *Athene cunicularia* nos Encontros Eventuais. Sendo que *Athene cunicularia* e *Podager nacunda* também possuem hábitos diurnos (Sick, 1997). Aves de hábitos noturnos desorientam-se com a iluminação dos automóveis, resultando em colisão com os mesmos (Odgen & Evans, 1996).

Seis espécies migratórias foram registradas de acordo com o *status* de ocorrência no Rio Grande do Sul (Bencke, 2001): *Coccyzus melacoryphus*, *Podager nacunda*, *Caprimulgus parvulus*, *Progne tapera*, *Tyrannus savana* e *Myiophobus fasciatus*. O atropelamento dessas espécies corresponde exatamente ao período migratório em que elas se encontram no Rio Grande do Sul, de outubro e março (Figura 7). As espécies mais atropeladas *Coccyzus melacoryphus* (N=8) e *Tyrannus savana* (N=6) começam a aparecer no final de setembro e em meados de março vão embora, voando em direção ao norte, quando a temperatura começa a baixar, e desaparecem. É comum ver bandos de *Tyrannus savana* (tesourinha) pousadas em cercas no verão, e também seus vôos acrobáticos perseguindo insetos no ar, fluindo com suas caudas longas e bifurcadas (Belton, 1994).

Um registro importante foi o da espécie *Asthenes pyrrholeuca* encontrada atropelada no trecho de estudo. Por falta de evidencia documental essa espécie encontra-se na Lista Secundária das Aves do Brasil, (CBRO, 2009), sendo considerada como registro duvidoso no País. A espécie é distribuída pela Bolívia, Paraguai, Chile, Argentina e Uruguai, sendo discreto e oculto, se movimentando pela vegetação, raramente pelo solo e habitando campos com arbustos de pequeno porte, frequentemente próximo a corpos de água.

No ano de 2001 a espécie teve sua vocalização gravada por Bencke *et al.* (2002), e em 2005 a espécie foi avistada por Repenning & Fontana (2008), e em 2009 a espécie foi encontrada atropelada no trecho de estudo, (Rebelato *et al.* no prelo). De acordo com Repenning & Fontana (2008), o indivíduo avistado apresentava cauda um tanto comprida em relação ao corpo e apresentava as retrizes centrais anegradadas, contrastando com o marrom das retrizes externas; ventre bege-acinzentado e dorso pardo com asas algo mais ferrugíneas; faixa superciliar esbranquiçada pouco conspícua, pequena mancha marrom-alaranjada na garganta e bico afilado.

Os três registros da espécie *Asthenes pyrrholeuca* ocorreram no mês de maio e com localização no centro-oeste do Rio Grande do Sul. Certamente a espécie ocorre no extremo sul do Brasil em trânsito rumo a áreas mais setentrionais, durante a migração austral. Então, considerando o extremo oeste gaúcho como parte setentrional da área de distribuição de *Asthenes pyrrholeuca*, existe também a possibilidade da espécie invernar no estado. O aspecto geral e o comportamento da ave permitem diferenciar de espécies simpátricas e superficialmente similares dos gêneros *Synallaxis*, *Cranioleuca* e *Certhiaxis* (Bencke *et al.* 2002). A espécie encontra-se hoje, tombada na Coleção de Ornitologia do Museu de Ciências e Tecnologia da PUC-RS, sendo o único exemplar tombado em uma coleção ornitológica no Brasil, com o número do MCP 2804. (Figura 8).

O número de atropelamentos pode aumentar no verão devido a maior atividade das espécies. Além disto, esse aumento pode estar relacionado ao período reprodutivo e recrutamento de filhotes. Segundo Barnes (1936), no verão o número de mortalidades é maior, pois os filhotes ainda não têm seu pleno poder de vôo. Outro fator que pode estar associado ao maior número de atropelamentos nessa época do ano é o aumento de fluxo rodoviário durante o veraneio, porém, como não temos os dados da densidade do tráfego no trecho de estudo, não podemos afirmar se esse fator é realmente aplicável a esse estudo. Já Clevenger *et al.* (2003) diz que a variação temporal dos atropelamentos varia de acordo com a história natural de cada espécie. Como no estudo aqui feito, Bagatini (2006) também encontrou um aumento na mortalidade de animais entre os meses de outubro e março.

Percebe-se que o número de aves mortas reduziu gradativamente nos meses correspondente a estação fria. O mesmo ocorreu no estudo de Novelli *et al.* (1988), com a chegada do inverno, foi caindo o número de encontros de aves atropeladas, devido às bruscas quedas da temperatura, chuvas e muito vento, fazendo as aves fugirem de locais descampados como as rodovias.

O número de indivíduos encontrados atropelados neste estudo não mostrou relação com a pluviosidade. Ao contrário, Scott (1938) encontrou uma relação direta entre o tempo e o número de indivíduos atropelados. Após fortes chuvas muitos insetos são levados para a estrada e muitas minhocas vêm à tona e, então, há uma oferta fácil de presas para as aves, o que leva ao atropelamento das mesmas. Porém, contrariamente a esta afirmação, Dickerson (1939) concluiu que se choveu de noite e no dia seguinte é realizada a amostragem, o número de registro de atropelamentos será bem menor do que nas noites em que não chove. O mesmo

diz Hodson (1960), que na tempestade e dias chuvosos o número de encontros é menos denso do que em dias em que o tempo está normal.

Clevenger *et al.* (2003) afirma que o manejo das rodovias para que se mantenha a permeabilidade da paisagem para reduzir os atropelamentos de fauna são altamente conflitantes. Contudo, a passagem de animais pela rodovia não pode ser evitada, porém, pode-se diminuir a velocidade dos veículos que trafegam nas rodovias, e obedecer à sinalização e o limite de velocidade estabelecido. A implantação de placas que sinalizam os pontos de maior passagem de animais selvagens, como em regiões com corpos d'água, pode reduzir o número dos acidentes também.

Existe também, a possibilidade da construção de passagens, como túneis, e a implantação de barreiras, como cercados, que impeçam a travessia de animais, porém, poderá barrar o fluxo gênico. Bager (2003) analisou o sistema construído na Reserva Ecológica do Taim, BR-471, concluindo que o mesmo foi eficiente para apenas algumas espécies mais impactadas, mas não funcionou para espécies raras.

Para os mamíferos e répteis muitas medidas para evitar o atropelamento foram feitas, mas o fato da maioria das aves poderem voar faz com que quase todos os mecanismos propostos para os mamíferos sejam supérfluos para as aves. Jacobson (2005) abordou vários problemas causados pela rodovia, e propôs medidas mitigadoras para esse grupo de vertebrados, desde a redução da poluição sonora e da iluminação. Estudos sobre migrações e mudanças da população para preservar as populações locais e para minimizar o impacto no equilíbrio do ecossistema foram sugeridos por Lodé (2000). Dhindsa *et al.* (1988) indica que deveriam ser removidos os animais mortos das estradas, pois isso reduz o número de aves que alimentam-se de carniça, e também a colocação de um sistema de alarme instalado nos carros para alertar os pássaros a tempo, ou o motorista pode fazer o uso da buzina quando perceber populações de aves ao longo da rodovia, para que estas afastem-se da mesma. Dowler (1982) propõe que não deveriam ser plantadas árvores frutíferas ao longo das rodovias, pois assim reduziria o número de aves que alimentam-se de frutos. Dill (1926) sugere que motoristas não devem jogar restos de comida e outros tipos de lixo nas rodovias. Günther (1979, apud Erritzoe *et al.*, 2003), cita que caminhos bem isolados e que não perdem grãos é um fator extremamente importante para a redução das mortes. E principalmente, deve-se planejar melhor a estrada antes da construção, para não fazer a escolha de um local errado de implantação (Dickerson, 1939; Wascher *et al.*, 1988, apud Erritzoe *et al.*, 2003).

Então, faz-se necessário o aumento de pesquisas mais detalhadas relacionadas à biologia das diferentes espécies desse grupo para pensar medidas que realmente diminuam a mortalidade das aves nas rodovias, principalmente no Bioma Pampa, que ainda é pouco estudado, mas possui uma grande diversidade de espécies de aves e demais grupos animais.

6. REFERÊNCIAS

- Ament, R.; Clevenger, A. P.; Yu, O. & Hardy, A. 2008. An assessment of road impacts on wildlife populations in US National Parks. *Environmental Management* 42(3):480-496.
- Aresco, M. J. 2005. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation* 123(2005):37-44.
- Ashley, E. P. & Robinson, J. T. 1996. Road-mortality of amphibians and other wildlife in the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *The Canadian Field-Naturalist* 110:403-412.
- Bagatini, T. 2006. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Bager, A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação. In *Áreas Protegidas.- Conservação no âmbito do Cone Sul*, (Alex Bager, ed.). Pelotas, p.159-172.
- Bager, A.; Piedras, S. R. N.; Pereira, T. S. M. & Hobus, Q. 2007. Fauna selvagem e atropelamento. - diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In *Áreas Protegidas.- repensando as escalas de atuação*, (Alex Bager, ed.). Armazém Digital, Porto Alegre, p.49-62.
- Barnes, M. D. 1936. The death-toll of birds on our roads. *Naturalist* 1936: 85-86.
- Belton, W. 1994. *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- Bencke, G. A. 2001. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul . Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Publicações avulsas FZB, n.10).
- Bencke, G. A.; Fontana, C. S. & Lima, A. M. 2002. Registro de dois novos passeriformes para o Brasil: *Serpophaga griseiceps* (Tyrannidae) e *Asthenes pyrrholeuca* (Furnariidae). *Ararajuba*, 10(2): 266-269.
- Brown, R. J., Brown, M. N. & Pesotto, B. 1986. Birds killed on some secondary roads in Western Australia. *Corella* 10: 118-122.
- CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2009. Listas das aves do Brasil. Versão 09/08/2009. www.cbro.org.br . Acessado em 25 de junho de 2010.
- 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* Ed. 20, PP. 81-96.
- Clevenger, A. P.; Chruszcz, B. & Gunson, K. E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*. 109(2003): 15-26.
- 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.

- Dhindsa, M. S.; Sandhu, J. S. & Toor, H. S. 1988: Roadside birds in Punjab (India): Relation to mortality from vehicles. *Environmental Conservation* 15 (4): 303-310.
- Dickerson, L. M. 1939. The problem of wildlife destruction by automobile traffic. *J. Wildl. Management* 3: 104-116.
- Dill, H. R. 1926. Is the automobile exterminating the woodpecker? *Science* 63 No. 1620: 69-70.
- Dowler, R. G. & Swanson, G. A. 1982: High mortality of Cedar Waxwings associated with highway plantings. *Wilson Bull.* 94 (4): 602.
- Erritzoe, J.; Mazgajski, T. D. & Rejt, L. 2003. Bird casualties on European roads—a review. *Acta Ornithologica* 38:77–92.
- Fischer, W. A. 1997. Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande 44p.
- Forman, T. T. R. & Deblinger, D. R. 2000. The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban highway. *Conserv. Biol.*, v.14, n.1, p.47-56.
- Forman, R. T. T.; Sperling, D.; Bissonette, J. A.; Clevenger, 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. 2003. *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press. 481 p.
- Gryz, J., & Krauze, D. 2008. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland). *European Journal of Wildlife Research* 54(4):709–714.
- Hasenack, H.; Cordeiro, J. L. P. & Costa, B. S. C. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In *II Simpósio de Forrageiras e Produção Animal*. Depto. Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, Porto Alegre, p.15-21.
- Hengemühle, A. & Cadermartori, 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.
- Hodson, N. L. 1960. A survey of vertebrate road mortality. *Bird Study* 7: 224-231.
- Hodson, N. L. 1962. Some notes on the causes of bird casualties. *Bird Study* 9 (3): 168-173.
- Hodson, N. L. & Snow, D. W. 1965. The road deaths enquiry. *Bird Study*. 12(2): 90-99.
- Hodson, N. L. 1966. Some notes on the habits of roadside carrion feeders. *Bird Study* 13: 272-273.
- Jacobson, S.L. 2005. Mitigation measures for highway-caused impacts to birds. PSWGTR-191. USDA Forest Service General Technical Report.
- Johnson, P. N. 1989. Annual avian and mammalian traffic mortality along a South Yorkshire road. *Naturalist (Leeds)* 114 No. 990: 99-101.
- Leite, P. F.; Klein, R. M. 1990. Vegetação. In: Mesquita, O. V. (Ed.). *Geografia do Brasil: Região Sul*. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, p.113-150.

- Lodé, T. 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio* 29 (3): 163-166
- Massocato, G. F. & Balestieri, J. B. P. 2010. Levantamento dos vertebrados atropelados na MS-270 de Dourados/MS ao Campus Universitário. In: Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Belém. p. 1306.
- Melo, E. S. & Santos-Filho, M. 2007. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 9, n. 2, p. 185-192.
- Ministério dos Transportes - MT, 2004. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/bancodeinformacoes/mapas/transporterodoviario.htm>. Acessado em: 20 ago. 2010.
- Nankinov, D. N. & Todorov, N. M. 1983: Bird casualties on highways. *Sov. J. Ecol.* 14: 288-293.
- Noss, R. F. 2001. The ecological effects of roads. In *Managing roads for wildlife*. Alberta: Crowest Pass, p.7-24.
- Novelli, R.; Takase, E. & Castro, V. 1988. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da rodovia BR-471, entre os distritos de Quinta e Taim, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 5(3): 441-454.
- Odgen, L. & Evans, J. 1996. Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds. Report published by World Wildlife Fund Canada and Fatal Light Awareness Program.
- Pereira, P. R. B.; Netto, L. R. B.; Borin, C. J. A. & Sartori, M. G. B. 1989. Contribuição a geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. *Ensino & Pesquisa* 3:37-68.
- Pereira, G. F. P. A.; Andrade, G. A. F. & Fernandes, B. E. M. 2006. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. *Museu de Biologia Emílio Goeldi*, 1 (3): 77-83.
- Prada, C. S. 2004. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada no nordeste no estado de São Paulo: Quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. Tese de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Rebelato, M, M.; Fontana, C. S.; Repenning, M. & Hartmann, P. A. First documented record of Sharp-billed Canastero *Asthenes pyrrholeuca* in Brazil. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. No prelo.
- Repenning, M. & Fontana, C. S. 2007. Novos registros de aves raras e/ou ameaçadas de extinção na Campanha do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 16(1): 58-63.
- Robertson, McB. J. 1930. Roads and birds. *Condor* 32 (3): 142-146.
- Rodrigues, F. H. G.; Hass, A.; Rezende, L. M.; Pereira, C.; Figueiredo, C. F.; Leite, B. F. & França, F. G. R. 2002. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Fortaleza. p.487-492.

- Romanini, P. U. 2001. Rodovias e meio ambiente. Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e sistemas de gestão ambiental. Tese de Doutorado em Ciências – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Scott, T. G. 1938. Wildlife mortality on Iowa's highways. *Am. Midland Nat.* 20 (3): 527-539.
- Seiler, A. & Helldin, J. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. In: Davenport, J. & Davenport, J. L. (eds.). *The ecology of transportation: managing mobility for the environments*. Ireland: University College Cork. p. 165-190.
- Short, H. L. & Craigie, D. E. 1958: Pied-billed Grebes mistake highway for Water, *Auk* 75 (4): 473-474
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brasil.
- Slater, F. 1994. Wildlife road casualties. *British Wildlife* 5: 214-221.
- Stewart, P. A. 1971. Persistence of remains of birds killed on motor highways. *Wilson Bull.* 83 (2): 203-204.
- Tabor, R. 1974. Earthworms, crows, vibrations and motorways. *New Scientist* 62 (899): 482-483.
- Trombulak, S. C. & Frissel, C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. 14(1): 18-30.
- 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.
- Valladares-Padua, C.; Cullen Jr, M. L. & Padua, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates*, 3 (1): 13-15.
- Vieira, E. M. 1996. Highway mortality of mammals in Central Brazil. *Ciência e Cultura*, 48: 270-272.
- Vignes, J. C. 1984. Les oiseaux victimes de la circulation routière au Pays basque français. *Oiseau* 54 (2): 137-148.
- Whitford, P. C. 1985. Bird behavior in response to the warmth of blacktop roads. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts. Lett.* 73: 135-143.
- Zumeta & Holmes 1978. Habitat shift and roadside mortality of Scarlet Tanagers during a cold wet New England spring. *Wilson Bull.* 90 (4): 575-586.