

A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos?

The biology and ecology of birds is an important factor for explain the road kill frequencies?

Camila Crispim de
Oliveira Ramos^{1*}
mila_bru@yahoo.com.br

Dilermando Pereira
de Lima Júnior¹
dilermando.lima@gmail.com

Cláudio Henrique Zawadzki²
claudiozawadzki@yahoo.com.br

Evanilde Benedito²
eva@nupelia.uem.br

Resumo

O presente estudo investigou a morte de aves por atropelamento em um trecho sequencial de rodovias federais e estaduais ligando os municípios de Maringá e Guarapuava, ambos no estado do Paraná. Esse percurso é caracterizado por uma transição de paisagens. O principal objetivo da investigação foi relacionar os conhecimentos disponíveis acerca da biologia e da ecologia das espécies com a frequência de atropelamento em trechos similares ao longo da rodovia e nas diferentes épocas do ano. Para tanto, as aves atropeladas no período de fevereiro de 2005 a julho de 2006 no percurso em questão foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Maringá para identificação. Foram registradas 44 espécies pertencentes a 26 famílias e 11 ordens, com destaque para a ordem Passeriformes, que somou 59% das espécies. Dentre as características biológicas e ecológicas avaliadas, o tamanho corporal e o uso do *habitat* foram significativamente importantes em relação à frequência de atropelamentos nos trechos que continham muitos fragmentos florestais no entorno da rodovia. As espécies de pequeno porte e com algum grau de dependência de floresta foram mais frequentes em áreas com muitos fragmentos florestais no entorno. Por sua vez, espécies de grande porte e independentes de floresta prevaleceram em áreas cercadas pela agricultura e por campos. Apesar de não ter sido encontrado um padrão claro de sazonalidade, existe uma tendência de aumento na frequência de atropelamentos de aves na época da colheita de grãos.

Palavras-chave: avifauna, mortalidade em rodovia, ecologia de estradas, fragmentação.

Abstract

The present study investigated the roadkill mortality of birds in a sequential stretch of highways connecting the cities of Maringá and Guarapuava, in state of Paraná, a route characterized by a transition of landscapes. The main objective was to relate the available knowledge about the biology and ecology of the bird species with their frequency of trampling on similar stretches along the highway and in different seasons. The birds were collected from February 2005 to July 2006 and sent to the Laboratory of Zoology, University of Maringá for identification. We recorded 44 species belonging to 26 families and 11 orders, with emphasis on the order Passeriformes, which totaled 59% of the species. Among the biological and ecological characteristics evaluated, body size and *habitat* use are significantly important for roadkill frequency in sites that contained many forest fragments around the highway. The small species with some degree of dependence on forest were more frequent in areas with many forest fragments surrounding it, while large forestall independent species prevailed in areas surrounded by agriculture and countryside. Despite have not been found a clear pattern of seasonality, a trend of increased frequency of trampling of birds during the harvest of grain were observed.

Key words: avifaunal, road mortality, road ecology, fragmentation.

¹ Pós-graduação em Ecologia de Ambientes aquáticos continentais, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-260, Maringá, PR, Brasil.

² Departamento de Biologia/Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-260, Maringá, PR, Brasil.

*Autor para correspondência.

Introdução

A construção de estradas e rodovias, ferrovias, linhas de transmissão de energia, canais e oleodutos tem sido a principal responsável pela fragmentação de muitos *habitats* naturais (Andrews, 1990; Goosem, 1997; Findlay e Bourdages, 2000). Por funcionar como barreiras para dispersão de animais e vegetais, essas vias provocam não apenas a interrupção do fluxo gênico entre populações, como também, consequentemente, processos populacionais que podem conduzir à extinção local ou mesmo regional de espécies (Yanes *et al.*, 1995; Rodriguez *et al.*, 1996; Forman e Alexander, 1998; Forman e Deblinger, 2000; Trombulak e Frissell, 2000).

Além dos efeitos diretos e indiretos da fragmentação, as estradas podem exercer atração sobre a fauna, pois permitem um fácil acesso aos recursos, como grãos que caem de caminhões; presas (invertebrados e pequenos animais às margens da estrada); carcaças de animais mortos; poças de água; poleiros (plantas, postes e placas). Além disso, permitem acesso à temperatura mais alta do asfalto, que atrai animais ectotérmicos e também aqueles com temperaturas corporais elevadas (Erritzoe *et al.*, 2003; Malo *et al.*, 2004; Taylor e Goldingay, 2004). Inevitavelmente, a proximidade da fauna silvestre com os veículos leva a colisões, principalmente com vertebrados que estão se deslocando em suas áreas de vida ou migrando (Romin e Bissonete, 1996).

Os primeiros estudos sobre a perda da fauna silvestre por atropelamentos no Brasil datam das décadas 1980 e 1990 (Novelli *et al.*, 1988; Valladares-Padua *et al.*, 1995; Vieira, 1996; Fischer, 1997), os quais possuem um caráter mais descritivo, com importantes considerações sobre o impacto e propostas de mitigações. Na última década, no entanto, o volume de estudos investigando o assunto no Brasil teve considerável incremento, sendo o material disponível composto por trabalhos descritivos (Rosa e Mauhs,

2004; Pereira *et al.*, 2006; Cherem *et al.*, 2007; Melo e Santos-Filho, 2007; Silva *et al.*, 2007; Hengemühle e Cademartori, 2008; Kunz e Ghizoni-Jr, 2009; Turci e Bernarde, 2009), abordagens de biologia e conservação (Tumeleiro *et al.*, 2006; Hass *et al.*, 2008), além de abordagens ecológico experimentais (Develey e Stouffer, 2001; Scoss, 2002; Laurance, 2004; Laurance *et al.*, 2004; Prada, 2004; Coelho *et al.*, 2008).

Particularmente, o impacto das estradas e rodovias sobre a avifauna já foi reportado por diversos autores (Reijnen e Foppen, 1991, 1995; Reijnen *et al.*, 1995; Malizia *et al.*, 1998; Mumme *et al.*, 2000; Develey e Stouffer, 2001; Erritzoe *et al.*, 2003; Rheindt, 2003; Laurance, 2004; Laurance *et al.*, 2004), enfocando efeitos negativos dessas vias na biologia e no comportamento das aves.

No entanto, para o entendimento dos mecanismos que levam as espécies a serem mais ou menos suscetíveis a esse tipo de impacto, é necessário considerar níveis de organização mais refinados, em particular, grupos funcionais de espécies e de populações. Estudos mostram que as extinções e as ameaças, que acompanham a alteração do *habitat*, atingem as espécies de modo não aleatório, sendo que algumas espécies exibem maior sensibilidade a essas modificações (Henle *et al.*, 2004). As divisões funcionais, que envolvem características biológicas e ecológicas das aves, se baseiam no reconhecimento de que diferentes espécies podem ter papéis ecológicos semelhantes e que essa divisão apresenta efetiva aplicabilidade nos estudos de comunidades (Simberloff e Dayan, 1991).

Nesse contexto, pretende-se testar a hipótese de que alguns grupos funcionais de aves são mais suscetíveis a atropelamentos que outros. Acredita-se que a suscetibilidade a atropelamento das aves classificadas de acordo com o hábito alimentar, o tamanho corporal, o uso do *habitat* e o grau de sensibilidade a distúrbios antrópicos varie de forma dependente das características

da paisagem no entorno das pistas de rolamento. Acredita-se também que ocorra variação sazonal na suscetibilidade a atropelamentos para os diferentes grupos funcionais de aves.

Material e método

Área de estudo

As rodovias estudadas (BR317, BR158, BR487, PR460, PR/BR466), localizadas na região sul do Brasil, no centro do estado do Paraná, entre os municípios de Maringá (23°25'28"S; 51°56'15"W) e Guarapuava (25°23'37"S; 51°27'22"W), foram divididas em quatro subáreas de acordo com as características predominantes em cada unidade de paisagem diferenciada. Subárea 1 (S1): caracteriza-se pelo alto grau de antropização, a vegetação original de Floresta Estacional Semidecidual foi totalmente substituída por plantações de soja e cana-de-açúcar, restando pouquíssimos fragmentos esparsos longe das margens da rodovia. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima predominante na região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1.500 mm, contudo, sem estação seca definida (Maack, 2002). Subárea 2 (S2): caracterizada pela presença de vários fragmentos de matas, além de algumas plantações (principalmente café), porém, as características climáticas são as mesmas do trecho anterior. Subárea 3 (S3): esse trecho apresenta alta incidência de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista ao longo da via, devido ao aumento da altitude. Tem uma transição climática, e o clima temperado (Cfb) predomina, com temperatura média anual de 16,5°C, sem estação seca definida (Maack, 2002). Subárea 4 (S4): caracterizada por paisagem dominada por campos, típico dos Campos Gerais. O clima permanece o mesmo da S3, devido à manutenção de altitude média de aproximadamente 1.000 m (Figura 1).

Amostragens Foram realizadas 16 amostragens mensais, entre fevereiro de 2005 e julho de 2006, percorrendo-se as estradas e registrando-se as

aves atropeladas encontradas na pista de rolamento. As aves foram armazenadas em caixa térmica e conduzidas ao laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Maringá, onde foram identificadas até o nível de espécie com o auxílio de guias de campo (Narosky e Yzurieta, 2003; Develey e Endrigo, 2004; Souza, 2004). A classificação taxonômica, a nomenclatura científica e os nomes populares utilizados correspondem ao proposto pelo CBRO (2009).

Classificação das espécies

Em relação ao hábito alimentar, as espécies foram classificadas baseando-se no trabalho de Anjos e Schuchmann (1997), estudo que abrangeu grande parte do estado do Paraná. Foram con-

sideradas as seguintes classes: carnívoras (CA), composta por espécies que se alimentam de outros vertebrados; carnívoras/insetívoras (CI), composta por espécies que têm dieta carnívora que complementam com artrópodes; frugívoras (FR), composta por espécies que se alimentam de frutos e sementes; frugívoras/insetívoras (FI), composta por espécies que têm uma dieta frugívora que complementam com artrópodes; insetívoras (IN), composta por espécies que se alimentam de artrópodes; insetívoras/frugívoras (IF), composta por espécies que têm uma dieta insetívora que complementam com frutos e sementes; insetívoras/carnívoras (IC), composta por espécies com dieta insetívora que complementam com vertebrados e; omnívoras (OM), composta por espécies que incluem em sua dieta

vários grupos de alimentos. As espécies foram divididas em três categorias de tamanho de acordo com as classes de frequências da sua massa corporal verificada na base de dados de Dunning Jr. (2008), assim considerou-se: pequenas (PQ) as espécies com peso corporal inferior a 20 g; médias (MD) as espécies com peso corporal entre 20 e 80 g; e grandes (GR) as espécies com peso corporal superior a 80 g. Quanto à sensibilidade aos distúrbios antrópicos, as espécies foram classificadas de acordo com as três categorias propostas por Parker III *et al.* (1996): alta sensibilidade (A); média sensibilidade (M); e baixa sensibilidade (B). Quanto ao uso do *habitat*, as espécies foram classificadas em três categorias: independente de floresta (IND), espécie associada à vegetação aberta como campos de cultivo

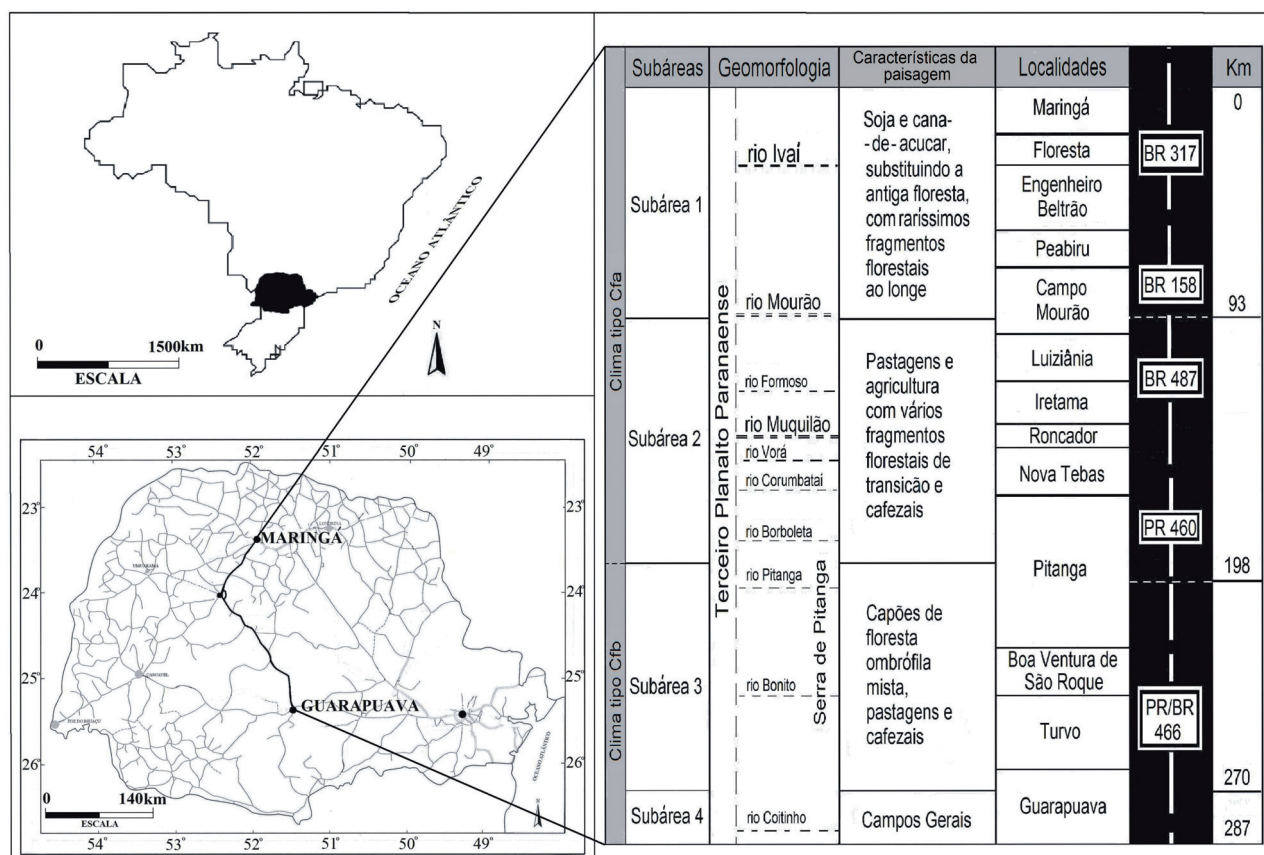


Figura 1. Localização da área de estudo no estado do Paraná com destaque para o trecho rodoviário analisado e quadro esquemático do trecho rodoviário, enfatizando as características climáticas, de relevo e de vegetação de cada subárea.

Figure 1. Studied area in the northern Paraná State with emphasis to the surveyed stretches with their respective climate, relief and vegetation.

e pastagens; semidependente (SDE) de floresta, espécie que ocorre tanto em vegetação secundária (p. ex., capoeiras) como em florestas maduras e suas bordas (algumas, entretanto, podem estar associadas a vegetações abertas); e dependente de floresta (DEP), espécie associada às florestas maduras, podendo, em alguns casos, também ocorrer em ambientes de borda (Silva, 1995).

Procedimentos estatísticos

Para identificar diferenças nas frequências de aves atropeladas entre as áreas propostas para o estudo e entre as épocas do ano, segundo as características biológicas (hábito alimentar e peso corpóreo) e ecológicas (sensibilidade, uso do *habitat*) das aves, utilizou-se o teste de χ^2 e a significância 5% (Zar, 1999).

Procedeu-se ao agrupamento das categorias de forma a diminuir os graus de liberdade e atender os pressupostos do teste. A Tabela 1 apresenta as variáveis que foram agrupadas e os critérios utilizados.

Resultados

Foram coletados 61 espécimes de aves, os quais puderam ser agrupados em 11 ordens, 26 famílias e 44 espécies (Tabela 2). A ordem com maior prevalência nas amostragens foi Passeriformes, com 61% dos indivíduos e 59% das espécies coletadas. Entre as famílias presentes nas amostragens, destacam-se quanto ao número de indivíduos Turdidae (16%), Cuculidae (10%) e Tyrannidae (8%). Quanto ao número de espécies, Cuculidae, Furnariidae e Tyrannidae foram as mais representadas, com 10% das espécies cada uma. A espécie com maior frequência de ocorrência foi *Turdus leucomelas*, que esteve presente em 44% das amostragens, sendo registrada em três das quatro subáreas, com 71% de seus registros concentrados no outono.

A subárea de maior incidência de indivíduos atropelados foi a S3, com 38% dos registros (23 casos), seguida da

S2, com 34% registros (21 casos). Em relação ao número de espécies constataadas, a maior riqueza também foi verificada na S3 (20 espécies), seguida da S2 (15 espécies). Nas S1 e S4, registrou-se oito espécies em cada. A época do ano com maior incidência de indivíduos atropelados foi o outono com 43% dos registros (26 casos), seguido do verão com 26% dos registros (16 casos). O número de espécies atropeladas em cada época do ano também foi maior no outono (18 espécies), seguido do verão (16 espécies). De modo geral, predominou o grupo das aves insetívoras com 39% das espécies amostradas seguida das omnívoras, com 32%. As frequências de atropelamento das aves, agrupadas de acordo com seus hábitos alimentares, nas diferentes fisionomias de paisagens não apresentou relação significativa ($\chi^2=6,24$; $GL=3$; $p=0,10$; Figura 2a). Percebe-se, no entanto, maior ocorrência de atropelamentos de aves omnívoras no trecho S1 e insetívoras no trecho S2. O mesmo agrupamento das aves em relação às épocas do ano também não revelou dependência ($\chi^2=1,51$; $GL=3$; $p=0,67$; Fig. 3a). As proporções dos grupos foram semelhantes, com um pequeno destaque para espécies omnívoras no inverno. Quanto ao tamanho corporal, predominaram espécies de pequeno/médio porte nas amostragens, que representaram 66% do total. A frequência de atropelamentos em cada fisionomia da paisagem considerada, dado o tamanho corporal das aves, resultou em uma interação significativa ($\chi^2=4,34$; $GL=1$; $p=0,037$; Figura 2b). Ou seja, aves de maior tamanho corporal ocorreram proporcionalmente mais nas subáreas onde a paisagem é mais aberta e sem fragmentos florestais, enquanto as aves de menor tamanho corporal foram representadas em maior proporção nas áreas com maior número de fragmentos. Em relação às épocas do ano, não houve relação entre a frequência de atropelamentos e o tamanho corporal das aves ($\chi^2=0,08$; $GL=1$; $p=0,77$; Figura 3b). Pode-se destacar

a maior prevalência de atropelamentos de espécies de pequeno/médio tamanho corporal, em todas as épocas do ano.

Em relação à sensibilidade a impactos ambientais, 82% das espécies foram consideradas com baixa sensibilidade. Não houve relação significativa entre as frequências de atropelamentos nas áreas e o grau de sensibilidade das espécies ($\chi^2=1,90$; $GL=1$; $p=0,17$; Figura 2c). O mesmo ocorreu quando se compararam as frequências de atropelamentos nas diferentes épocas do ano com o grau de sensibilidade das espécies ($\chi^2=0,27$; $GL=1$; $p=0,60$; Figura 3c). Contudo, o número de espécies com baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos foi maior em todas as áreas e épocas do ano, sendo o contrário, verdadeiro para as espécies com alta sensibilidade.

Quanto ao uso do *habitat*, 52% das espécies analisadas foram consideradas independentes de ambientes florestais. A frequência de atropelamentos nos trechos, dado o tipo preferencial de uso do *habitat* das espécies, mostrou relação significativa ($\chi^2=8,87$; $GL=1$; $p=0,003$; Figura 2d). Dessa forma, as espécies com algum grau de dependência florestal apresentaram alta frequência de atropelamento nos trechos S2 e S3, e as independentes de *habitat* florestal apresentaram altas frequências de atropelamentos nos trechos S1 e S4. Em relação às épocas do ano, a frequência de atropelamentos não teve relação com o uso do *habitat* pela espécie ($\chi^2=0,001$; $GL=1$; $p=0,97$; Figura 3d). Pode-se notar uma divisão similar entre as classes nos períodos agrupados.

Discussão

O presente estudo constatou que as espécies de aves mais frequentemente atropeladas em paisagens com maior número de fragmentos florestais têm algum grau de dependência florestal e são de pequeno/médio portes. Segundo Krügel e Anjos (2000), a formação contínua ou a grande proximidade dos

Tabela 1. Variáveis agrupadas para sua utilização nas análises estatísticas e critérios de agrupamento utilizados.
Table 1. Grouped variables for their use in the statistical analyzes and criteria for the used groupings.

Variáveis	Crítérios de agrupamento
S1 e S4	Áreas com raríssimos fragmentos florestais próximos à rodovia
S2 e S3	Áreas com muitos fragmentos próximos a rodovia
P/V	Épocas do ano em que as aves têm maior atividade
O/I	Épocas do ano em que as aves são menos ativas
IN/IC/IF	Agrupadas como insetívoras devido ao predomínio de insetos na dieta
FR/FI	Agrupadas como frugívoras devido ao predomínio de frutos na dieta
CA/CI	Agrupadas como carnívoras devido ao predomínio de vertebrados na dieta
DEP/SDE	Espécies que necessitam utilizar recursos florestais
M/A	Espécies que apresentam algum tipo de restrição a distúrbios antrópicos
PQ/MD	Espécies menores geralmente têm requerimentos de <i>habitat</i> mais homogêneos.

S1 = subárea 1; S4 = subárea 4; S2 = subárea 2; S3 = subárea 3; P/V = primavera/verão; O/I = outono/inverno; IN = insetívoras; IF = insetívoras/frugívoras; IC = insetívoras/carnívoras; FR = frugívoras; FI = frugívoras/insetívoras; CA = carnívoras; CI = carnívoras/insetívoras; DEP/SDE = dependentes de floresta/semidependentes de floresta; M/A = média sensibilidade/alta sensibilidade; PQ/MD = pequeno tamanho (< 20 g)/médio tamanho (20-80 g).

S1/ = subarea 1; S4 = subarea 4; S2 = subarea 2; S3 = subarea 3; P/V = spring/summer; O/I = autumn/winter; IN insetivore; IF = insetivore/frugivore; IC = insetivore/carnivore; FR = frugivore; FI = frugivore/insetivore; CA = carnivore; CI = carnivore/insetivore; DEP/SDE = forest dependent/semi dependent of forest environment; M/A = moderate/high sensitivity; PQ/MD = small/medium size (≤ 80 g).

fragmentos propicia maior possibilidade de deslocamento, culminando em maior oferta de recursos às espécies. Dessa forma, nos trechos S2 e S3 do presente estudo, as espécies devem se deslocar mais de um lado ao outro da estrada. Ainda, a presença de matas que cortam transversalmente a rodovia seguindo o curso de riachos, principalmente em S2, favorece o deslocamento das espécies tornando-as mais suscetíveis a colisões, conforme já evidenciado em Malheiros (2004) e Hass *et al.* (2008). A capacidade de deslocamento das aves através de paisagens fragmentadas ainda é pouco conhecida devido à dificuldade de se realizarem abordagens experimentais (Castellón e Sieving, 2006). De acordo com Yabe e Marques (2001), em manchas naturalmente isoladas, há uma maior mobilidade das espécies, uma situação diversa daquelas regiões onde o isolamento ocorre subitamente, em decorrência do desmatamento. Em relação à região estudada, pode-se inferir que principalmente no trecho S3, onde a formação predominante é a Floresta Ombrófila Mista, a mobilidade das espécies é beneficiada pela fragmentação natural dos capões de araucária. Esse fato já foi documenta-

do por Anjos e Boçon (1999) em paisagem semelhante no estado do Paraná. O mesmo pode ser verdadeiro para S2, pois, de acordo com Andrade e Marini (2001), aves florestais adaptadas à fragmentação podem se deslocar com maior facilidade entre manchas isoladas de *habitat*.

Por outro lado, pode-se inferir que o número de espécies dependentes de ambientes florestais atropeladas é pouco expressivo em relação ao número de espécies desse grupo que pode ocorrer na região. Esse fato vem ao encontro do efeito de evitação apresentado por diversos grupos de animais, principalmente aqueles com espécies mais dependentes do interior da floresta (Andrews, 1990; Reijnen e Foppen, 1991, 1995; Develey e Stouffer, 2001).

Os principais grupos que devem se deslocar entre os fragmentos que margeiam as estradas nessas áreas são os insetívoros e os frugívoros, o que explica sua maior frequência de atropelamentos. Nesse contexto, os exemplares do gênero *Turdus*, por sua boa adaptação a ambientes de borda florestal e áreas de transição (Sick, 1997), tiveram grande representatividade na amostragem. Os três representantes do gênero encon-

trados neste estudo enquadram-se nas condições recém-citadas, principalmente *Turdus leucomelas*, que foi a espécie mais abundante nas amostragens. A família Tyrannidae, também foi bem representada, pois esta é bastante ligada a *habitats* silvícolas e seus entornos e tem hábitos predominantemente insetívoro e frugívoro (Sick, 1997). Os Cuculiformes, por sua vez, também foram abundantes nesses trechos, onde espécies semidependentes de floresta como *Piaya cayana* e *Coccyzus melacoryphus*, e a generalista *Crotophaga ani* foram atropeladas. Representado no Brasil pelos Cuculidae, esse grupo teve, segundo Sick (1997), sua distribuição aumentada devido à fragmentação florestal, e alguns indivíduos dessa família constituem as aves mais abundantes ao longo das estradas, o que leva *Crotophaga ani* e *Guiraca guiraca* a serem comumente vítimas de atropelamento, devido à menor velocidade e à baixa altura de voo. A alta incidência de Cuculidae atropelados também foi constatada nos trabalhos de Novelli *et al.* (1988) e Malheiros (2004).

Por outro lado, nas áreas mais abertas e com ausência de formações florestais, como S1 e S4, houve predomínio de espécies grandes e independentes

Tabela 2. Composição da avifauna e classificação das espécies de acordo com hábito alimentar, tamanho, sensibilidade a distúrbios antrópicos e uso do *habitat*, para as aves atropeladas no período de fevereiro de 2005 a julho de 2006, em rodovias na região central do estado do Paraná, Brasil.

Table 2. Composition of the avifauna and classification of species in accordance with dietary habits, size, sensitivity to human disturbances and habitat use, for the birds trampled in the period from February 2005 to July 2006, on highways in the central region of the state of Paraná, Brazil.

ORDEM/Família/Espécie	Hábito alimentar	Tamanho corporal	Sensibilidade a distúrbios	Uso do <i>habitat</i>
TINAMIFORMES				
Tinamidae				
<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815)	OM	GD	B	IND
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	OM	GD	B	IND
ANSERIFORMES				
Anatidae				
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	OM	GD	B	IND
FALCONIFORMES				
Acciptridae				
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	CI	GD	B	IND
GRUIFORMES				
Rallidae				
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)*	OM	GD	M	SDE
COLUMBIFORMES				
Columbidae				
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	FR	MD	B	IND
<i>Zenaidura macroura</i> (Des Murs, 1847)	FR	GD	B	IND
CUCULIFORMES				
Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	IC	GD	B	SDE
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	IC	MD	B	SDE
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	OM	GD	B	IND
<i>Guiraca guiraca</i> (Gmelin, 1788)	OM	GD	B	IND
STRIGIFORMES				
Tytonidae				
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	CA	GD	B	IND
Strigidae				
<i>Strix hylophila</i> Temminck, 1825*	CA	GD	A	DEP
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	CA	GD	M	IND
<i>Asio clamator</i> (Vieillot, 1808)	CA	GD	B	SDE
CAPRIMULGIFORMES				
Caprimulgidae				
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	IN	MD	B	IND
GALBULIFORMES				
Bucconidae				
<i>Nystalus chacuru</i> (Vieillot, 1816)	OM	MD	M	IND
PICIFORMES				
Picidae				
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	IF	GD	B	IND
PASSERIFORMES				
Thamnophilidae				
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	IN	MD	B	SDE

Tabela 2. Continuação.
Table 2. Continuation.

ORDEM/Família/Espécie	Hábito alimentar	Tamanho corporal	Sensibilidade a distúrbios	Uso do habitat
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	IN	MD	B	SDE
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	IN	PQ	M	DEP
Conopophagidae				
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)*	IN	PQ	M	DEP
Furnariidae				
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	IF	MD	B	IND
<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	IN	PQ	B	IND
<i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853)*	IN	PQ	M	DEP
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	IN	PQ	M	DEP
Tyrannidae				
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	FI	PQ	B	SDE
<i>Elaenia obscura</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	FI	MD	B	SDE
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	IN	PQ	B	IND
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	IF	MD	B	SDE
Tityridae				
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	FI	MD	B	SDE
Corvidae				
<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	OM	GD	B	DEP
Hirundinidae				
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i> (Vieillot, 1817)	IN	MD	B	IND
Troglodytidae				
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	IN	PQ	B	IND
Turdidae				
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	OM	MD	B	SDE
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	FI	MD	B	SDE
<i>Turdus amaurochalinus</i> Canabris, 1850	OM	MD	B	SDE
Mimidae				
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	OM	MD	B	IND
Thraupidae				
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	FI	MB	B	SDE
<i>Stephanophorus diadematus</i> (Temminck, 1823)	FI	MB	B	DEP
Emberizidae				
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	OM	PQ	B	IND
<i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789)	OM	MD	B	IND
Parulidae				
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	IN	PQ	B	IND
Icteridae				
<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte, 1850)	OM	MD	B	IND

CA = carnívora; CI = carnívora/insetívora; IC = insetívora/carnívora; IF = insetívora/frugívora; IN = insetívora; FI = frugívora/insetívora; FR = frugívora; OM = omnívora; PQ = pequeno porte (< 20 g); MD = médio porte (20-80 g); GD = grande porte (> 80 g); B = baixa sensibilidade; M = média sensibilidade; A = alta sensibilidade; DEP = dependentes de floresta; SDE = semidependentes de floresta; IND = independentes de floresta. * Espécies endêmicas da Mata Atlântica.
CA = carnívore; CI = carnívore/insetívore; IC = insetívore/carnívore; IF = insetívore/frugívore; IN = insetívore; FI = frugívore/insetívore; FR = frugívore; OM = omnívore; PQ = small size (< 20 g); MD = medium size (20-80 g); GD = large size (> 80 g); B = low sensitivity; M = moderate sensitivity; A = high sensitivity; DEP = dependent of forest environment; SDE = semi dependent of forest environment; IND = independent of forest environment. *Endemic species of the Atlantic forest.

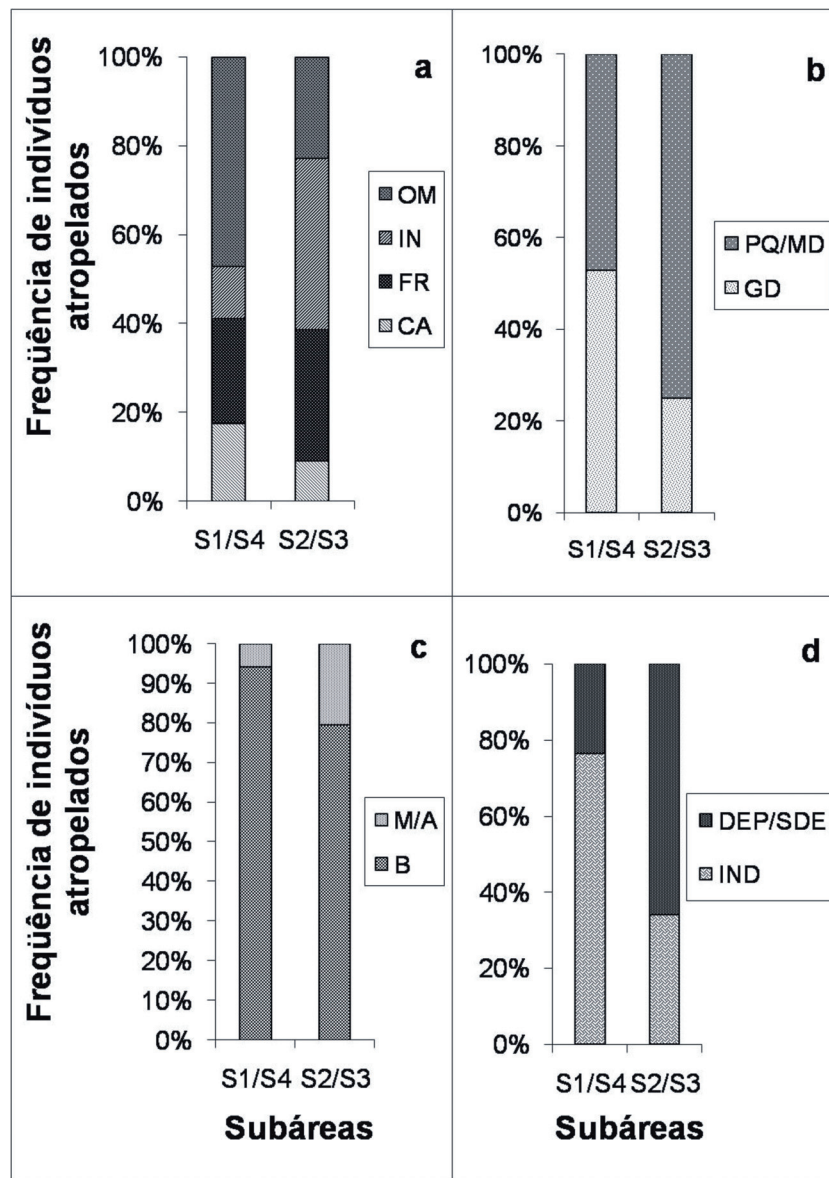


Figura 2. Representação gráfica das proporções encontradas entre as variáveis independentes subáreas e as variáveis dependentes: hábito alimentar (a), tamanho corporal (b), sensibilidade (c) e uso do *habitat* (d). Onde: S1/S4 = subárea 1/subárea 4; S2/S3 = subárea 2/subárea 3; OM = omnívoro; IN = insetívoro; FR = frugívoro; CA = carnívoro; PQ/MD = pequeno/médio portes (≤ 80 g); GD = grande porte (> 80 g); M/A = média/alta sensibilidade; B = baixa sensibilidade; DEP/SDE = dependente de ambiente florestal/semidependente de ambiente florestal; IND = independente de ambiente florestal.

Figure 2. Graphic representation of the proportions among the independent variables subareas and the dependent variables food habit (a), body size (b), sensitivity (c), and habitat usage (d). Where S1/S4 = subarea 1/subarea 4; S2/S3 = subarea 2/subarea 3; OM = omnivore; IN insetivore; FR frugivore; CA carnivore; PQ/MD = small/medium size (≤ 80 g); GD = large size (> 80 g); M/A = moderate/high sensitivity; B = small sensitivity; DEP/SDE = forest dependent/semi dependent of forest environment; IND = independent of forest environment.

do ambiente florestal, representadas por rapinantes e espécies de pastagem como Timamifomes e Columbiformes. Em relação aos rapinantes, as ordens Strigiformes e Falconiformes além de ocorrer amplamente no Brasil, de acordo com Sick (1997), são

bastante adaptadas a ambientes antropizados, como é o caso da região estudada. Três gêneros de Strigiformes foram citados pelo autor como ameaçados pelo aumento do tráfego nas rodovias (*Asio*, *Speotyto* e *Tyto*), dos quais todos estiveram representados

no presente estudo. Em conjunto, os rapinantes podem ser considerados como espécies atraídas pela presença de estradas, visto que estas e sua infraestrutura assessoria, como postes e placas, facilitam a visualização de presas e/ou carcaças, diminuindo seus

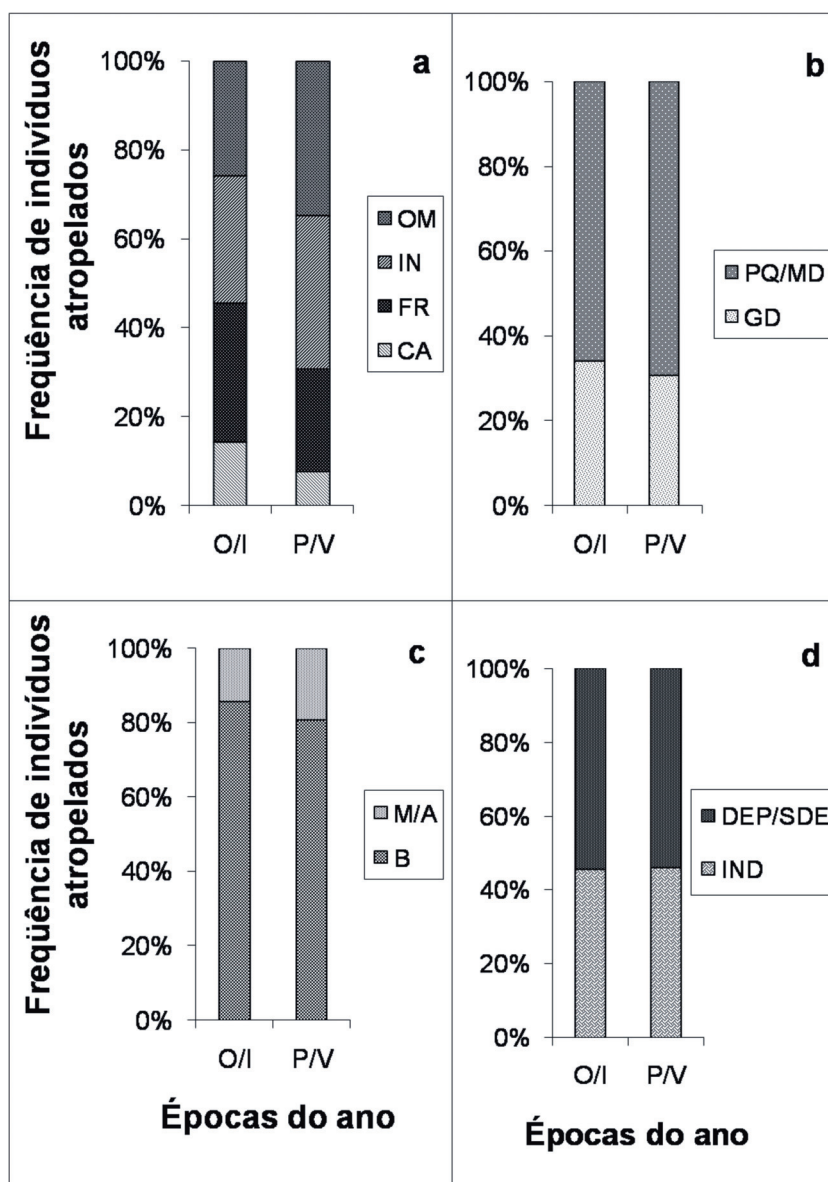


Figura 3. Representação gráfica das proporções encontradas entre as variáveis independentes épocas do ano e as variáveis dependentes hábito alimentar (a), tamanho corporal (b), sensibilidade (c) e uso do habitat (d). Onde: O/I = outono/inverno; P/V = primavera/verão; OM = omnívoro; IN = insetívoro; FR = frugívoro; CA = carnívoro; PQ/MD = pequeno/médio portes (≤ 80 g); GD = grande porte (> 80 g); M/A = média/alta sensibilidade; B = baixa sensibilidade; DEP/SDE = dependente de ambiente florestal/semidependente de ambiente florestal; IND = independente de ambiente florestal.

Figure 3. Graphic representation of the proportions among the independent variables season of the year and the dependent variables food habit (a), body size (b), sensibility (c), and habitat usage (d). Where O/I = autumn/winter; P/V = spring/summer; OM = omnivore; IN insetivore; FR frugivore; CA carnivore; PQ/MD = small/medium size (≤ 80 g); GD = large size (> 80 g); M/A = moderate/high sensibility; B = small sensibility; DEP/SDE = forest dependent/semi dependent of forest environment; IND = independent of forest environment.

gastos de energia ao forragear (Noss, 2001; Erritzoe *et al.*, 2003).

Outro grupo de espécies facilmente atraídas para o entorno das estradas são espécies típicas de capoeiras e gramíneas altas como aquelas das famílias Furnariidae e Emberizidae. Os

furnarídeos, além de apresentar forte atração por áreas com formações menos densas, como capoeiras e terras de cultivo abandonadas, são amplamente adaptados a bordas florestais. *Synallaxis spixi* e *Furnarius rufus*, presentes neste estudo, são bons exemplos des-

sas tendências. Muitas vezes, em áreas de pastagem ou de monoculturas, tem-se o espaço periférico da rodovia inutilizado, o qual é ocupado por capoeira densa e gramíneas, portanto, sendo propício a espécies dessas famílias (Sick, 1997).

Todos os trechos e épocas do ano apresentaram alta incidência de espécies com baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos e corroboram a hipótese de que as características generalistas apresentadas por essas aves devem-se ao fato de que elas se encontram expandindo suas áreas de vida (Stotz *et al.*, 1996).

A época do ano não teve influência direta na frequência de atropelamentos. No entanto, pode-se destacar que o maior encontro de espécimes no outono coincide com a época de colheita de grãos, com destaque para a soja, o que torna a perda de grãos no transporte um grande atrativo para a fauna (Andrews, 1990; Fischer, 1997). Também merece destaque o predomínio de espécies de pequeno/médio porte durante todas as estações. Esse fato pode ser justificado pela atração da estrada como regulador térmico para espécies que precisam manter altas temperaturas corporais (Andrews, 1990).

Comparando-se o presente estudo com outros sobre atropelamentos de fauna realizados no Brasil nos quais a incidência de aves foi alta (Novelli *et al.*, 1988; Fisher, 1997; Rosa e Mauhs, 2004; Hass *et al.*, 2008), o número de espécies de aves vitimadas na região de estudo é inferior apenas ao estudo de Hass *et al.* (2008), onde foram constatadas 51 espécies atropeladas no entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas no Distrito Federal.

A presença nas amostragens de espécies endêmicas da Mata Atlântica e dependentes de *habitats* florestais, como *Conopophaga lineata*, *Cranioleuca obsoleta* e *Strix hylophila*, evidencia mais uma fonte de impacto para essas espécies. De acordo com Aleixo (2001), as espécies endêmicas da Mata Atlântica fazem parte do grupo de maior risco de extinção e devem ser o foco dos esforços conservacionistas. Atenção especial deve ser dada ao registro de *Strix hylophila*, visto que apresenta alta sensibilidade a distúrbios causados pelo homem e, em sua abundância relativa, é dada como incomum (Parker III *et al.*, 1996).

Considerações finais

O conhecimento dos padrões de atropelamentos da avifauna, além de contribuir para o manejo, pode nortear a tomada de decisões e as exigências de medidas mitigadoras, compensatórias e/ou de educação ambiental em rodovias, a serem implantadas, ou em regularização pelos órgãos competentes. Métodos para predizer, avaliar e mitigar efeitos diversos devem ser utilizados pelas autoridades, no planejamento e na manutenção da infraestrutura de transportes a fim de alcançar metas de desenvolvimento sustentável e conservação da biodiversidade (Seiler, 2003).

A redução do impacto das estradas e rodovias deve ser parte integrante de seu planejamento e de sua execução. Adicionalmente, devem ser considerados os impactos sobre os diferentes grupos afetados pelos atropelamentos, com suas semelhanças e particularidades. Os resultados aqui apresentados mostram que as aves apresentam alguns padrões de vulnerabilidade a atropelamentos, os quais são dependentes da paisagem. Dessa forma, a observação de tais padrões pode contribuir para os propósitos conservacionistas e de minimização de impactos para esse grupo.

Dados mais sistematizados reunindo informações tanto do tráfego e das incidências podem viabilizar análises mais refinadas para evidenciar outros efeitos como, por exemplo, o da sazonalidade. A obtenção de informações acerca de outros grupos de vertebrados potencialmente afetados, como répteis, anfíbios e mamíferos, pode também enriquecer o conhecimento e maximizar as ações para redução dos impactos dessas vias. Trabalhos de ecologia de estradas mais aprofundados devem ser desenvolvidos, tanto para comprovar essas suposições, quanto para analisar outros impactos provenientes das estradas e rodovias sobre a fauna. Alterações nos padrões de reprodução, comportamento e comunicação estão entre os impactos que devem atingir grande parte da

avifauna e provavelmente de outros grupos residentes em áreas próximas a esse tipo de empreendimento.

Agradecimentos

Aos professores Edson Varga Lopes e Sauria Lúcia Rocha de Castro e a Luciana Baza Mendonça pela leitura crítica do manuscrito. Ao laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Maringá e ao Nupélia/Laboratório de Ecologia Energética, pelo apoio logístico para realização deste trabalho.

Referências

- ALEIXO, A. 2001. Conservação da avifauna da Floresta Atlântica: efeitos da fragmentação e a importância de florestas secundárias. In: J.L.B. ALBUQUEQUE; J.F. CÂNDIDO-JR; F.C. STRAUBE; A.L. ROOS (eds.), *Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão, Editora Unisul, p. 196-206.
- ANDRADE, R.D.; MARINI, M.Â. 2001. Movement of birds in natural forest patches in southeast Brazil. In: J.L.B. ALBUQUEQUE; J.F. CÂNDIDO-JR; F.C. STRAUBE; A.L. ROOS (eds.), *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão, Editora Unisul, p. 125-136.
- ANDREWS, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist*, **26**:130-141.
- ANJOS, L.; SCHUCHMANN, K.-L. 1997. Biogeographical affinities of the avifauna of the Tibagi basin, Paraná drainage system, southern Brazil. *Biotropica*, **3**:43-65.
- ANJOS, L.; BOÇON, R. 1999. Bird communities in natural forest patches in southern Brazil. *The Wilson Bulletin*, **111**(3):397-414.
- CASTELLÓN, T.D.; SIEVING, K.E. 2006. An experimental test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. *Conservation Biology*, **20**(1):135-145. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00332.x>
- CHEREM, J.J.; KAMMERS, M.; GUIZONI-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.
- COELHO, I.P.; KLINDEL, A.; COELHO, A.V.P. 2008. Roadkills of vertebrates species of two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern, Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, **54**:689-699. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-008-0197-4>
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). 2009. *Lista das aves do Brasil*. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>; Acesso em: 12/03/2010.

- DEVELEY, P.F.; STOUFFER, P.C. 2001. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, **15**(5):1416-1422. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.00170.x>
- DEVELEY, P.F.; ENDRIGO, E. 2004. *Aves da Grande São Paulo - guia de campo*. São Paulo, Aves e Fotos Editora, 295 p.
- DUNNING Jr., J.B. 2008. *Handbook of avian body masses*. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press, 655 p.
- ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI T.D.; REJT, L. 2003. Bird casualties on European roads – a review. *Acta Ornithologica*, **28**(2):77-93.
- FINDLAY, R.T.T.; BOURDAGES, J. 2000. Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. *Conservation Biology*, **14**:86-91. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99086.x>
- FISCHER, W.A. 1997. *Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal*. MS. Campo Grande, MS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, 44 p.
- FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **29**: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 Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology*, **14**:36-46. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99088.x>
- GOOSEM, M. 1997. Internal fragmentation: The effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rain-forest vertebrates. In: W.F. LAURANCE; R.O. BIERREGAARD (eds.). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. Chicago, The University of Chicago Press, p. 241-255.
- HASS, A.; FRANÇA, F.G.R.; MILHOMEM, L.R.; RODRIGUES, F.H.G. 2008. Caracterização da Fauna atropelada. In: F.O. FONSECA. (ed.). *Águas Emendadas*. Brasília, SEDUMA, p. 417-419.
- HENGEMÜHLE, A.; CADEMARTORI, C.V. 2008. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da Estrada do mar (RS-389). *Biodiversidade Pampeana*, **6**(2):4-10.
- HENLE, K.; DAVIES, K.S.; KLEYER, M.; MARGULES, C.; SETTELE, J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, **13**:207-251. <http://dx.doi.org/10.1023/B:BIOC.0000004319.91643.9e>
- KRÜGEL, M.M.; ANJOS, L. 2000. Bird communities in forest remnants in the city of Maringá, Paraná state, southern Brazil. *Ornitologia Neotropical*, **11**:315-330.
- KUNZ, T.S.; GHIZONI-JR, I.R. 2009. Serpentes encontradas mortas em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas*, **22**(2):85-97.
- LAURANCE, S.G.W.; STOUFFER, P.C.; LAURANCE, W.F. 2004. Effects of road clearings on movement patterns of understory rain-forest birds in Central Amazonian. *Conservation Biology*, **18**(4):1099-1109. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00268.x>
- LAURANCE, S.G.W. 2004. Responses of understory rain forest birds to road edges in Central Amazonia. *Ecological Applications*, **14**(5):1344-1357. <http://dx.doi.org/10.1890/03-5194>
- MAACK, R. 2002. *Geografia física do estado do Paraná*. 3^a edição. Curitiba, Imprensa Oficial do Paraná, 442 p.
- MALHEIROS, R. 2004. *A rodovia e os corretores da fauna do Cerrado*. Goiânia, Editora da UCG, 171 p.
- MALIZIA, L.R.; ARAGÓN, R.; CHACOFF, N.P.; MONMANY, A.C. 1998. ¿Son las rutas una barrera para el desplazamiento de las aves? El caso de la Reserva Provincial La Florida (Tucumán, Argentina). *El Hornero*, **15**:10-16.
- MALO, J.E.; SUAREZ, F.; DIEZ, A. 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models. *Journal of Applied Ecology*, **41**:701-710. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00929.x>
- MELO, E.; SANTOS-FILHO, M. 2007. Efeitos da BR – 070 na província serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zoociências*, **9**(2):185-192.
- MUMME, R.L.; SCHOECH, S.J.; WOOLFENDEN, G.E.; FITZPATRICK, J.W. 2000. Life in the fast lane: demographic consequences of road mortality in the Florida scrub-jay. *Conservation Biology*, **14**:501-512. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98370.x>
- NAROSKY, T.; YZURIETA, D. 2003. *Guía para la Identificación de las Aves de Argentina y Uruguay*. Edición de Oro. Buenos Aires, Vázquez Mazzini Editores, 346 p.
- NOSS, R.F. 2001. The ecological effects of roads. In: Proceedings of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation. Alberta, 2001. *Anais...* 7:24.
- NOVELLI, R.; TAKASE, E.; CASTRO, V. 1988. Estudo de aves mortas por atropelamento em trecho da rodovia BR-471, entre os distritos de Quinta e Taim, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **5**(3):441-454. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751988000300009>
- PARKER III, T.A.; STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W. 1996. Ecological and distributional databases. In: D.F. STOTZ; J.W. FITZPATRICK; T.A. PARKER III; D.K. MOSKOVITS (eds.), *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. Chicago, The University of Chicago Press, p. 113-436.
- PEREIRA, A.P.F.G.; ANDRADE, F.A.G.; FERNANDES, M.E.B. 2006. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. *Boletim do museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, **1**(3):77-83.
- PRADA, C.S. 2004. *Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análises de fatores envolvidos*. São Carlos, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos - UFS-CAR. 129 p.
- REIJNEN, R.; FOPPEN, R. 1991. Effect of road traffic on the breeding site-tenacity of male Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*). *Journal of Ornithology*, **132**:291-295. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01640537>
- REIJNEN, R.; FOPPEN, R. 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. IV. Influence of population size on the reduction of density close to the highway. *Journal of Applied Ecology*, **32**:481-491. <http://dx.doi.org/10.2307/2404646>
- REIJNEN, R.; FOPPEN R.; TER BRAAK, C.; THISSEN, J. 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology*, **32**:187-202. <http://dx.doi.org/10.2307/2404428>
- RHEINDT, F.E. 2003. The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal of Ornithology*, **144**:295-306.
- RODRIGUEZ, A.; CREMA, G.; DELIBES, M. 1996. Use of non-wildlife passes across a high speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied Ecology*, **33**:1527-1540. <http://dx.doi.org/10.2307/2404791>
- ROMIN, L.A.; BISSONETTE, J.A. 1996. Temporal and spatial distribution of highway mortality of mule deer on newly constructed roads at Jordanelle Reservoir, Utah. *Great Basin Naturalist*, **56**:1-11.
- ROSA, O.; MAUHS, J. 2004. Atropelamentos de animais silvestres na rodovia RS – 040. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*, **16**:35-42.
- SCOSS, L.M. 2002. *Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: o caso do parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. Viçosa, MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa – UFV. 86 p.
- SEILER, A. 2003. *The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden*. Uppsala, Suécia. Tese de doutorado. Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences. 48 p.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 912 p.
- SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **22**:115-143. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.22.110191.000555>
- SILVA, J.M.C. 1995. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*, **21**:69-92.
- SILVA, M.O.; OLIVEIRA, I.S.; CARDOSO, M.W.; GRAF, V. 2007. Impacto dos atropelamentos sobre a herpetofauna da Floresta Atlântica (PR-340, Antonina, Paraná). *Acta Biológica Paranaense*, **36**(1-2):103-112.
- SOUZA, D. 2004. *Todas as Aves do Brasil: Guia de Campo para identificação*. 2^a edi-

- ção. Feira de Santana, Editora DALL/Gráfica Liceu, 350 p.
- STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER III, T.A.; MOSKOVITS, D.K. 1996. *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. Chicago, The University of Chicago Press, 478 p.
- TAYLOR, B.D.; GOLDINGAY, R.L. 2004. Wildlife road-kills on three major roads in north-eastern NSW. *Wildlife Research*, **31**:83-91. <http://dx.doi.org/10.1071/WR01110>
- TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C. 2000. A review of the ecological effects of roads on terrestrial and aquatic ecosystems. *Conservation Biology*, **14**:18-30. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>
- TUMELEIRO, L.K.; KOENEMANN J.; ÁVILA, M.C.N.; PANDOLFO, F.R.; 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.
- YABE, R.S.; MARQUES, E.J. 2001. Deslocamento de aves entre capões no Pantanal Matogrossense e sua relação com a dieta. In: J.L.B. ALBUQUEQUE; J.F. CÂNDIDO-JR; F.C. STRAUBE; A.L. ROOS (eds.), *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão, Editora Unisul, p. 103-123.
- YANES, M.; VELASCO, J.M.; SUÁREZ, F. 1995. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biological Conservation*, **71**:217-222. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00028-O](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(94)00028-O)
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª edição. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663 p.

Submitted on May 13, 2010
Accepted on March 09, 2011