

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS SILVESTRES EM UMA  
REGIÃO FRAGMENTADA DO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO  
PAULO: QUANTIFICAÇÃO DO IMPACTO E ANÁLISE DE  
FATORES ENVOLVIDOS.**

**CRISTIANA DE SANTIS PRADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, na área de concentração Ecologia e Recursos Naturais.

**SÃO CARLOS – SP**  
**2004**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P896av Prada, Cristiana de Santis.  
Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos / Cristiana de Santis Prada. -- São Carlos : UFSCar, 2004. 129 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

**1. Animais. 2. Rodovias. 3. Mortalidade. 4. Atropelamento. I. Título.**

CDD: 595.79(20<sup>a</sup>)

---

**Orientador: Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires**

---

**Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho**

**A Aulus, Pedro e novo nenê, que fazem da minha vida um oceano de amor. E à  
própria vida, que nos reuniu.**

## AGRADECIMENTOS

### Agradeço

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, pela oportunidade, confiança, grande conhecimento compartilhado e pela convivência profissional sempre educada e cordial que deram ao trabalho cotidiano um ambiente agradável e produtivo.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho, por ter aceitado prontamente colaborar no presente trabalho, pela identificação dos espécimes e por toda orientação.

À Profa. Dra. Karin Werther, pelas necropsias realizadas, pelos estagiários compartilhados, por todo apoio fornecido no tratamento e destino das carcaças.

Ao Sr. Narciso Batista Tel, funcionário da FCAV-UNESP-Jaboticabal pela extrema boa vontade e habilidade nos trabalhos com as carcaças dos animais, colocadas a serviço do presente trabalho.

Ao Sr. Capitão Wanderley de Arruda, da 4ª. Cia do 3º Bat. da Polícia Militar Rodoviária, por toda a colaboração de seu batalhão, pelos informes constantes sobre ocorrências de atropelamentos, pelos relatórios pontuais e detalhados e pelo envolvimento pessoal com a causa.

Ao Sr. Capitão João Alberto Nogueira Jr., da 2ª. Cia do 3º Bat. da Polícia Militar Rodoviária, pela cessão de dados e por ter colocado seu pessoal para colaborar com o projeto.

À Fernanda Maria Neri pelo acolhimento em São Carlos e no departamento, pelo coleguismo e generosidade muito além do convencional.

Ao DER-Jaboticabal, na pessoa do Sr. Eng. Ricardo T. N. Lollato, pelo acesso aos dados de atropelamento concedidos, pelas informações complementares fornecidas e pela predisposição a adotar medidas mitigatórias dentro das possibilidades.

Ao Dr. Pedro Umberto Romanini pelas informações fornecidas e pelo estímulo ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Sérgio Ferrauda pela orientação na avaliação estatística dos dados.

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Kock Nogueira pela orientação na avaliação estatística dos dados.

À empresa Intervias, na pessoa do Sr. Guimarães pela cessão de informações e fotografias de animais atropelados, pelos avisos sobre animais recém atropelados e por guardar as carcaças para que fossem por mim recolhidas.

À empresa Autovias pelos informes sobre animais silvestres recém atropelados.

A Ricardo Luiz Pires Boulhosa, pelos constantes trabalhos científicos enviados e troca de informações.

Ao Prof. Dr. Flávio Henrique Guimarães Rodrigues pelos trabalhos científicos compartilhados e pelas constantes trocas de informações e pela identificação de algumas carcaças.

A Cibele Indrusiak pelo incentivo, compartilhamento de informações e pelo auxílio na identificação de uma carcaça.

A Tadeu Gomes de Oliveira pelo auxílio na identificação de algumas carcaças e pelas informações compartilhadas.

A Fernanda Michalski pelos trabalhos científicos enviados e pelo estímulo.

Ao Prof. Dr. José Maurício Barabanti Duarte pela identificação de algumas carcaças de veados.

Ao Dr. Leandro Silveira pelos trabalhos científicos compartilhados, troca de informações e pelo incentivo.

A Rogério Cunha de Paula pelos dados compartilhados, troca de informações e estímulo e energia contagiante.

A Rose Lílian Gasparini Morato pela antiga e constante confiança e estímulo.

À Dra. Flávia de Santis Prada e Dr. Eduardo Eizirick pela colaboração na versão do resumo para o inglês.

À Pró-Carnívoros que se materializou, à medida em que eu a materializava, como meu caminho de realização profissional.

Aos colegas do LAPA que forneceram informação sobre um lobo-guará atropelado na SP253.

Aos estagiários Emerson G. P. Favaro, Gustavo M. Oda, Cláudia Momo, Juliana Griese e Taiana P. da Costa, que me acompanharam nas viagens, sob chuva (às vezes torrencial) ou calor (sempre intenso), em longas conversas, e no tratamento das carcaças.

Ao prof. Dr. Aulus Cavaliere Carciofi pela ajuda nos trabalhos de campo, constantes colaborações no desenvolvimento do projeto e ajuda essencial na revisão final do texto.

A Irvênia L. S. Prada, pelo apoio ao meu lar para que eu pudesse me dedicar ao projeto e pela revisão do texto.

A Annunciata Cavaliere Carciofi pelo apoio ao meu lar, para que eu pudesse realizar este trabalho.

À Unidade de Atendimento à Criança da UFSCar, especialmente à Lu, Béti e Dona Antônia, pela qualidade do serviço prestado, que me deu segurança e tranquilidade para me dedicar ao projeto.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

## RESUMO

A mortalidade por atropelamento é fator de grande impacto sobre populações naturais. O presente trabalho teve os objetivos de quantificar o atropelamento de vertebrados em um circuito das principais estradas da região nordeste do Estado de São Paulo, área fragmentada e com a presença de diversas Unidades de Conservação desconectas, e analisar fatores que influenciam os atropelamentos. Para a contagem de animais atropelados foram realizadas 52 viagens, uma por semana ao longo de um ano (de 19 de agosto de 2002 a 11 de agosto de 2003) fazendo um circuito pelas rodovias: SP253, SP330, SP215, SP310, SP318, SP255. Também foram colhidos dados de atropelamento de animais, fornecidos pela Polícia Militar Rodoviária, Departamento de Estradas de Rodagem de Jaboticabal-SP, ARTESP e duas empresas concessionárias de rodovias. As espécies encontradas foram categorizadas em números de um a cinco, em ordem decrescente, conforme a prioridade à sua conservação na região. O total de vertebrados atropelados registrados nas viagens de campo foi de 596 indivíduos de 81 espécies diferentes: aves, 310 (52% do total, 45 espécies identificadas); mamíferos, 184 (31%, 23 espécies); répteis, 56 (9%, 11 espécies); anfíbios 35 (6%, 2 espécies); e 11 (2%), não foram identificados. Considerando os 239,24km do percurso, foram atropelados 2,49 animais/km/ano. Considerando o esforço amostral de 12.440,48km percorridos, obteve-se a média de 0,048 animais/km percorrido. Somando-se estes dados aos fornecidos por outras fontes de informação, foram reunidos registros de 746 animais: 323 aves, 266 mamíferos, 94 répteis, 35 anfíbios e 28 não identificados. De maneira geral houve menor número de atropelamentos no período seco que no chuvoso, mas houve grande variação entre algumas espécies quanto à sazonalidade dos atropelamentos, devido, aparentemente, à bionomia das espécies. Pelos registros das viagens de campo, a espécie mais acometida foi o gambá (*Didelphis albiventris*), com 53 registros, ou seja, 28,8% do total de mamíferos, 8,89% do total de animais. A Ordem Carnívora foi a com maior número de espécies atropeladas (4) dentre os mamíferos. Houve registro de espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo como Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), Jaguaririca (*Leopardus pardalis*), Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e Jacaré-do-papo-amarelo (*Cayman latirostris*) e de espécies que não ocorrem naturalmente no Estado. Foi levantado que 70,21% dos animais de categorias 1 e 2, mais prioritários à conservação na região, pereceram em 47%, ou 111,72km do trajeto total estudado. Este trecho está numa área que dista no máximo 10km das Unidades de Conservação da região ou 5km do rio Mogi-Guaçu. Foram discutidas possíveis medidas mitigatórias e propostas quatro áreas prioritárias para o seu estabelecimento.



## ABSTRACT

Mortality due to road kills has a great impact on natural populations. The present work had the objectives of quantifying road-killed vertebrates in a circuit of the main highways of northeastern São Paulo State, a fragmented area with several unconnected Conservation Units, and to identify factors associated with this source of mortality. For the count of road-killed animals, 52 weekly trips were performed during one year (August 19, 2002 to August 11, 2003) in a circuit of the highways SP253, SP330, SP215, SP310, SP215, SP318, SP255. The species encountered were classified in numbers of one to five, in decreasing order, according to the priority of its conservation in the area. The results from the trips were 596 animals of 81 different species: birds, 310 (52% of the total, 45 identified species); mammals, 184 (31%, 23 species); reptiles, 56 (9%, 11 species); amphibians 35 (6%, 2 species); and 11 (2%), not identified. Considering the 239,24km of the circuit 2,49 animals/km/year were killed. Considering the total effort of 12.440,48km traveled, an average of 0,048animals/km was obtained. These data were added to those supplied by other sources of information, yielding records of 746 animals: 323 birds, 266 mammals, 94 reptiles, 35 amphibians and 28 not identified. In a general way there was smaller number of road-kills in the dry period than in the rainy season, but there was great variation among some species, apparently related to their natural history. The most-frequently found species was the opossum (*Didelphis albiventris*), with 53 records, in other words, 28,8% of the total of mammals, 8,89% of the total of animals. The Order Carnivora had the largest number of road-killed species (4) among the mammals. There were records of threatened species at the São Paulo State such as the Maned-wolf (*Chrysocyon brachyurus*), Ocelot (*Leopardus pardalis*), Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) and Broad Snouted Caiman (*Cayman latirostris*) and of species that don't occur naturally in the State. It was found that 70,21% of the animals of categories 1 and 2 (i.e. conservation priorities in the area) died in 47%, or 111,72km of the studied itinerary. This road segment is at a maximum distance of 10km from the nearby Conservation Units, or 5km from the river Mogí-Guaçu. Mitigatory measures were discussed, and four priority areas for their establishment were proposed.

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ARTESP - Agência Reguladora de Serviços Públicos de Transporte Delegados do Estado de São Paulo/Secretaria de Transportes (Estadual).

CNT – Código nacional de trânsito.

DER-Jab – Departamento de Estradas de Rodagem, base de Jaboticabal-SP.

EEAE - Estação Ecológica de Águas Emendadas-DF.

EEJ – Estação Ecológica de Jataí, do Instituto Florestal/SP.

EELA – Estação Experimental de Luiz Antônio, do Instituto Florestal/SP.

EIA – Estudo de Impacto Ambiental.

EET – Estação Ecológica do Taím –RS.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FCAV-UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal.

GPS – Global Position System.

ha – unidade de área, equivalente a 10.000 m<sup>2</sup> (100 ha = 1 km<sup>2</sup>).

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza.

MT – Ministério dos Transportes.

ONG – Organização Não Governamental.

PNE – Parque Nacional das Emas/GO.

PI – Plano de Informação.

RIMA – Relatório de Impacto ambiental.

SIG - MAPINFO – software de sistema de informações geográficas.

UC – Unidade de Conservação.

VDM – Volume diário médio de veículos em rodovias.

VDM/km - Volume diário médio de veículos por quilômetro de rodovia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Área de estudo.	17
Figura 2	Aves atropeladas por viagem por mês e precipitação média mensal.	58
Figura 3	Aves atropeladas por viagem por mês e temperatura média mensal.	58
Figura 4	Mamíferos atropelados por viagem por mês e precipitação média mensal.	60
Figura 5	Mamíferos atropelados por viagem por mês e temperatura média mensal.	60
Figura 6	Répteis atropelados por viagem por mês e precipitação média mensal.	64
Figura 7	Répteis atropelados por viagem por mês e temperatura média mensal.	64
Figura 8	Anfíbios atropelados por viagem por mês e precipitação média mensal.	66
Figura 9	Anfíbios atropelados por viagem por mês e temperatura média mensal.	66
Figura 10	Média de animais atropelados por viagem de campo na SP 215 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.	68
Figura 11	Média de animais atropelados por viagem de campo na SP330 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.	68
Figura 12	Média de animais atropelados por viagem de campo na SP318 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.	69
Figura 13	Média de animais atropelados por viagem de campo na SP 255 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003	69

Figura 14	Representação das taxas de atropelamento de alguns grupos animais, por viagem realizada, meses do ano; estações climáticas e picos de Volume Diário Médio de Veículos por quilômetro.	71
Figura 15	Atropelamentos por quilômetro de rodovia, segundo a Classe animal. Dados das viagens de campo e de outras fontes de informação.	76
Figura 16	Atropelamentos por quilômetro de rodovia, segundo a Classe animal. Dados das viagens de campo e de outras fontes de informação.	76
Figura 17	Atropelamento dos animais prioritários para conservação na região do estudo (categorias 1 e 2), por quilômetro de rodovia. Dados das viagens de campo e de outras fontes de informação.	77
Figura 18	Representação dos pontos de atropelamento dos animais segundo a Classe, no percurso estudado. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	82
Figura 19	Vista da pista Norte da SP330 na altura do km 261, com a presença de plantação de Eucaliptos com grande estatura.	83
Figura 20	Vista da pista Sul da SP255 na altura do km 35, com a presença de plantação de Eucaliptos com grande estatura.	83
Figura 21	Vista da pista Sul da SP255 na altura do km 32, com o aspecto típico da rodovia de pista dupla, com canteiro central e vegetação herbácea podada na área de refúgio.	84
Figura 22	Representação dos pontos de atropelamento dos grupos de mamíferos e de aves mais registrados atropelados no percurso estudado, nas viagens de campo e por outras fontes de informação.	85
Figura 23	Representação dos pontos de atropelamento das aves de categoria 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	87
Figura 24	Representação dos pontos de atropelamento dos mamíferos da Ordem Carnívora. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	88
Figura 25	Representação dos pontos de atropelamento dos mamíferos de categoria 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	91

Figura 26	Representação dos pontos de atropelamento dos animais, segundo a categoria de prioridade para conservação na região. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	92
Figura 27	Área que abrange 10km de distância das Unidades de Conservação presentes na área estudada e os locais de atropelamento dos animais de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação incluídos na mesma.	93
Figura 28	Área que abrange 5km de distância do do rio Mogi-Guaçu e os locais de atropelamento dos animais de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação incluídos na mesma.	94
Figura 29	Representação dos pontos de atropelamento de espécies de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada nos períodos seco e chuvoso. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.	96
Figura 30	Representação de quatro áreas com maior concentração de registros de atropelamentos de espécies de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada.	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Lista das espécies identificadas registradas atropeladas nas viagens de campo de agosto de 2002 a agosto de 2003; número de espécimes encontrados, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total.	41
Tabela 2	Número de animais silvestres encontrados atropelados por quilômetro por mês, nos diferentes trechos de rodovias estudados. Dados obtidos nas viagens de campo e por outras fontes de informação.	48
Tabela 3	Número e porcentagem de animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertence, encontrados nas viagens de campo e fornecidos pelo DER-Jab. Dados referentes à SP253 entre os km 222 e 204.	50
Tabela 4	Animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertencem: Número total, porcentagem e número por quilômetro por mês. Dados referentes à SP330 entre os km 240+500m e 225+460m, provenientes das viagens de campo (12 meses de coletas) e reportados pela empresa concessionária B (7 meses de coletas).	50
Tabela 5	Animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertencem: número total, porcentagem sobre o total e número por quilômetro por mês. Dados referentes à SP215 entre os km 97+400m e o 146+700m, provenientes das viagens de campo (12 meses de coletas) e reportados pela empresa concessionária B (7 meses de coletas).	51
Tabela 6	Distribuição mensal de vertebrados silvestres encontrados atropelados nas viagens de campo no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003.	54
Tabela 7	Distribuição mensal do número de vertebrados silvestres encontrados atropelados pelo D.E.R.-Jaboticabal/SP na SP253, entre os km 222 e 204, no período de um ano, entre agosto/2002 e julho/2003.	55
Tabela 8	Porcentagem de atropelamentos encontrados nas viagens de campo, por Classe animal segundo a altura da vegetação na área de refúgio da rodovia no local da ocorrência.	73
Tabela 9	Registros de atropelamento das espécies ameaçadas de extinção no percurso objeto do presente trabalho, entre agosto de 2002 e agosto de 2003.	102

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	01
1.1	Impacto de rodovias sobre a fauna silvestre	02
1.2	Impacto do atropelamento de vertebrados silvestres	04
1.3	Fatores relacionados aos atropelamentos	04
1.4	Medidas mitigatórias	07
1.5	Estradas no Brasil	07
1.5.1	Atropelamento de fauna no Brasil	09
1.6	O Estado de São Paulo	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	13
2.1	Objetivos específicos	13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	14
3.1	Local de Estudo	14
3.2	Viagens empreendidas para coleta de dados de atropelamento	18
3.3	Outras fontes de informação sobre atropelamentos de fauna ocorridos no percurso durante o período de estudo	20
3.3.1	Departamento de Estradas de Rodagem – Jaboticabal-SP (SP253: km 222+000m ao 204+000m).	20
3.3.2	Empresa “A” Concessionária de rodovias (SP330: km 268+000m ao 240+500m, SP318: km 235+400m ao 280+200m e SP255: km 30+100m ao km 48+100m).	21
3.3.3	Empresa “B” Concessionária de rodovias (SP330: km 240+500m ao 227+460m e SP215: km 97+400m ao 146+700m).	22
3.3.4	Polícia Militar Rodoviária (PMRV).	22
3.3.5	Outras fontes	23
3.4	Dados do clima.	24
3.5	Dados de Volume Médio Diário (VDM) de veículos ao longo do ano	24
3.6	Tratamento dos dados.	25



<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
4.1	Número de atropelamentos e espécies atingidas	28
4.2	Comparação entre os dados das diversas fontes de informação e os obtidos nas viagens de campo	48
4.3	Análise da distribuição temporal dos atropelamentos e fatores envolvidos	53
4.3.1	Distribuição mensal dos atropelamentos	53
4.3.2	Fatores climáticos	56
4.3.3	Volume Diário Médio de veículos por quilômetro das rodovias	67
4.3.4	Resumo da variação temporal	70
4.4	Distribuição espacial dos atropelamentos e análise de fatores envolvidos	72
4.4.1	Altura da vegetação na zona de refúgio	72
4.4.2	Análise da variação das taxas de atropelamentos por quilômetro de cada uma das rodovias	74
4.4.3	Análise através do Sistema de Informações Geográficas	78
4.5	Espécies não registradas	98
4.6	Espécies ameaçadas de extinção	99
<b>5</b>	<b>MEDIDAS COMPENSATÓRIAS, PREVENTIVAS E MITIGATÓRIAS</b>	<b>106</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>118</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>Ficha de campo</b>	<b>129</b>

## 1- INTRODUÇÃO

A degradação de habitats é grande em todo o planeta. No Brasil ela está expressa nos 93% de Mata Atlântica derrubados, 70% de Cerrado alterados pelo homem e 13% da Floresta Amazônica perdidos (DOUROJEANNI E PÁDUA, 2001). Como conseqüências tem-se a poluição das águas, erosão do solo, fragmentação de vegetação, extinção de espécies selvagens e invasão de espécies exóticas (NEPSTAD et al., 1997).

A construção e operação de rodovias é um fator que contribui para este processo de maneira crescente e disseminada em todo o mundo (KUIKEN, 1988; HAIGH et al., 1995; TROMBULAK & FRISSEL, 2000). Trabalhos realizados nos EUA estimam que as perturbações dos ecossistemas por rodovias estendam-se por entre 100m e mais de 1km transversalmente a partir destas (HASKELL, 2000; FORMAN & DEBLINGER, 2000), e que só se consegue conhecer totalmente seus efeitos, décadas após sua construção (FINDLAY & BOURDAGES, 2000). Nos países da América Latina e Caribe, segundo QUINTERO & SANCHEZ (1998), a qualidade ambiental está condicionada aos projetos de infra-estrutura viária. No Brasil, autores atestam que o desmatamento da vegetação nativa no Cerrado e na Amazônia tem estreita relação com a construção de estradas (AYRES et al., 1991; ALHO & MARTINS, 1995; NEPSTAD et al., 1997).

## **1.1 Impacto de rodovias sobre a fauna silvestre**

Diversos trabalhos no exterior têm levantado os impactos das estradas mais diretamente ligados à fauna silvestre (REIJNEN & FOPPEN, 1994, REIJNEN & FOPPEN, 1995; HASKELL, 2000; FINDLAY & BOURDAGES, 2000; FORMAN & DEBLINGER, 2000). Destacam-se as informações compiladas por TROMBULAK & FRISSEL (2000), que revisaram 178 trabalhos sobre as conseqüências das rodovias em comunidades bióticas.

Para estes autores, os efeitos incluem: alterações do comportamento dos animais, que se caracterizam por aumento da área de vida e modificações nos padrões de movimentação, de sucesso reprodutivo, de ponto de fuga, além de desenvolvimento de predação passiva tipo “senta-e-espera”; alteração do estado fisiológico; desequilíbrio ecológico pela introdução de espécies exóticas devido a alterações do hábitat, estresse e/ou remoção de espécies nativas e impulso à invasão pela abertura da estrada e movimentação de vetores humanos; modificação de cadeia alimentar; disseminação de doenças; caça e pesca indiscriminadas pelos operários das obras e pelos usuários da estrada; perda direta de território; fragmentação e alteração de hábitats por efeito de borda; interceptação dos corredores de dispersão natural da fauna terrestre; isolamento populacional; prejuízos à fauna aquática por degradação da qualidade das águas, estrangulamento de seções dos rios nas travessias e retificações de trechos dos rios; contaminação da biota pela poluição do ar, água e solo; queimadas durante a operação e manutenção da via; problemas decorrentes do explosivo desenvolvimento econômico das

regiões onde rodovias são estabelecidas; perda de indivíduos por colisão com veículos.

ROMANINI (2000) detalha três tipos de efeitos diretos de rodovias sobre vertebrados. O primeiro é o “efeito barreira”. Estradas são um dos principais obstáculos para o movimento de vertebrados na terra, sendo a principal causa de fragmentação de habitats (LYREN, 2001). Estes tipos de infra-estrutura linear bloqueiam ou restringem movimentos de certas espécies e/ou populações. Nestes casos populações animais podem ser isoladas ou pode ser criado um sistema de metapopulação. Neste último caso, perturbações adicionais aos animais ou aos seus habitats poderão causar extinção de populações com maior facilidade já que as recolonizações periódicas por populações próximas estarão prejudicadas pelas rodovias. Vários autores têm considerado a fragmentação da paisagem como a maior ameaça à biodiversidade, sendo de extrema relevância a sua atenuação para a conservação de mamíferos de grande porte (PIRES et al, 2000).

O segundo é o “efeito de evitação” de rodovias, causado pela perturbação gerada pelo tráfego. Várias espécies de grandes mamíferos apresentam densidade de população muito baixa em áreas distando de 100m a 200m de rodovias. Dentre os fatores causadores da evitação, o ruído parece ser um dos mais importantes e está relacionado ao volume de tráfego e à velocidade média de trânsito dos veículos.

O terceiro tipo de efeito é a perda de indivíduos por atropelamento, objeto do presente estudo. A mortalidade por atropelamento pode ser altamente impactante para populações naturais, principalmente para

espécies que existem em baixas densidades, como as ameaçadas de extinção (SCHONEWALD-COX & BUECHNER, 1992) e as que possuem área de vida relativamente grande e taxas reprodutivas baixas, como as de carnívoros (KNICK, 1990).

### **1.2 Impacto do atropelamento de vertebrados silvestres**

Instituições de Pesquisa nos Estados Unidos têm a estimativa de 1 milhão de animais mortos por dia nas estradas do país (NOSS, 2001). O atropelamento é a principal causa de morte de alces (*Alces alces*) no Alasca - EUA e da coruja-de-celeiro (*Tyto alba*) no Reino Unido, a segunda maior causa de morte do lince-ibérico (*Felis pardina*) no sudoeste da Espanha e a terceira de cervo-da-cauda-branca (*Odocoileus virginianus*) e lobo (*Canis lupus*) nos EUA (TROMBULAK & FRISSEL, 2000). Dados referentes ao Brasil são apresentados mais adiante nesta dissertação.

Vale ressaltar que as taxas de atropelamento em geral são subestimativas. Os animais que não morrem no momento da colisão deslocam-se para a vegetação adjacente, onde perecem 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).

### **1.3 Fatores relacionados aos atropelamentos**

Alguns dados apontam para o fato de que os animais são atropelados não só pelo percorrer aleatório da região que passou a ser cortada

por uma rodovia. A estrada atrai alguns animais. Os motivos incluem proteção contra predadores, oferta de alimento de boa qualidade e melhores condições para locomoção (TSUNOKAWA, 1997). Cobras são muito atraídas pelo calor do asfalto, alguns pássaros tomam seu “banho-de-areia” nos acostamentos e, em países onde neva, mamíferos vêm lamber o sal usado para degelar as pistas (NOSS, 2001).

Espécies de aves podem mover-se ao longo de rodovias forrageando grãos derramados por veículos de transporte de cargas. A maioria das aves atropeladas encontradas por NOVELLI (1998) na BR471 – RS tinha a moela cheia de grãos. A oferta de alimento na rodovia também foi observada por FISCHER (1997) e na rodovia SP-333 é freqüente o atropelamento de macacos-prego (*Cebus apella*) que entram na pista para pegar cana-de-açúcar que cai em grande quantidade dos treminhões que a transportam (obs. pess.). Alguns animais podem ser atraídos também por restos de alimento e lixo jogados nas estradas pelos motoristas. Espécies comedoras de carniça vão à procura de animais mortos pelos veículos e à noite algumas espécies de grandes predadores utilizam rodovias que tenham pouco tráfego para se deslocarem, perpetuando muitas vezes um ciclo de atropelamentos (NOSS, 2001).

A mortalidade em estradas pode variar sazonalmente (RODRIGUES et al., 2002; FELDHAMER et al. 1986; BRUINDERINK e HAZEBROOK, 1996). FISCHER (1997) encontrou maior mortalidade na época de seca no Pantanal Mato-Grossense, enquanto PHILCOX et al. (1999)

encontraram mais atropelamentos de lontras, no Reino Unido, no auge das chuvas.

Parece haver espécies mais vitimadas que outras (LYREN, 2001; VIEIRA, 1996), embora devam ser consideradas eventuais falhas metodológicas. FISCHER (1997) anotou que mais de 62% das ocorrências em seu trabalho foram de mamíferos e RODRIGUES et al. (2002) registraram uma maioria de aves. Também há dados que apontam correlação com sexo (ROMIN & BISSONETTE, 1996; PHILCOX, 1999) e idade dos animais (ROMIN & BISSONETTE, 1996; LYREN, 2001; RODRIGUES, 2002).

As taxas de mortalidade nas rodovias parecem ser influenciadas ainda por parâmetros como paisagem do entorno e características da estrada (ROMIN & BISSONETTE, 1996; CLEVINGER, 2003), volume de tráfego e velocidade dos veículos (GOOSEM, 1997; SILVEIRA, 1999). MANTOVANI (2001), estudando atropelamentos na região da Estação Ecológica de Jataí – SP (EEJ), parte da área enfocada na presente dissertação de mestrado, encontrou as maiores taxas nas rodovias e estradas pavimentadas e atribuiu isto à maior velocidade desenvolvida pelos veículos nestas vias e ao trânsito intenso de carros e caminhões transportadores de cana-de-açúcar e *Eucalyptus* sp., principalmente à noite. O autor também encontrou diferenças nas taxas de atropelamentos relacionadas à altura da vegetação limítrofe às estradas, o que também foi observado por RODRIGUES et al. (2002). PHILCOX (1999) ainda registrou correlação entre atropelamento de lontras e a proximidade de pontos de água e de cruzamentos da rodovia com rios e LYREN (2001) apurou diferença significativa no número de animais atropelados

nos dois lados de um mesmo trecho de pista. Esta autora tem a hipótese de que isso se explique por uma visibilidade diferente da pista em cada um dos sentidos, por parte do motorista e do animal.

#### **1.4 Medidas mitigatórias**

Medidas preventivas, mitigatórias e compensatórias têm sido estudadas e efetivadas, majoritariamente no exterior, para atenuar os impactos das rodovias (REED et al., 1975; FALK et al., 1978; FELDHAMER et al., 1986; VICENTINI, 1999). O fato de algumas terem eficácia incerta e serem relativamente dispendiosas (FELDHAMER et al., 1986; TROMBULAK & FRISSEL, 2000), aponta para a necessidade de se conhecerem bem os fatores envolvidos nas ocorrências em cada região. O Banco Mundial, grande financiador de construção de rodovias (NOSS, 2001), em sua publicação sobre rodovias e meio ambiente recomenda que passagens de fauna sejam construídas somente nos casos em que a importância da população animal e a existência de rotas de travessia as justifiquem (TSUNOKAWA, 1997).

#### **1.5 Estradas no Brasil**

O Brasil tem uma área total de mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, com mais de 157 milhões de habitantes e 5.500 municípios. Para interligar todos estes pontos, desenvolveu-se no modelo brasileiro uma extensa malha de rodovias pavimentadas e não pavimentadas que somavam em 2000, 1.724.929km (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT, 2004). Estas são percorridas por caminhões, ônibus e carros de passeio que fazem 57% do



transporte de cargas (t.km) e 95% do de passageiros (pass.km) (ALMEIDA, 1994). De 1996 a 2000 foram produzidos no país, entre automóveis comerciais leves, de passeio, de transporte de carga e de transporte de passageiros, mais de 7,7 milhões de veículos (MT, 2004). Para fins de comparação, segundo o anuário estatístico do Ministério dos Transportes, em 2000 a malha ferroviária no Brasil contabilizava um total de apenas 29.283km.

A história do desenvolvimento econômico do Brasil está associada em grande parte à construção de estradas e à fabricação de automóveis. Talvez por isso elas estejam no imaginário brasileiro bastante associadas às idéias de progresso e modernidade. Vale lembrar que na década de 20, depois de passar pelo governo de São Paulo incentivando a implantação de rodovias, o então Presidente da República, Washington Luís, entre outras atitudes avançadas para seu tempo, lançou um plano nacional de construção de estradas de rodagem. O lema de sua gestão foi: "Governar é abrir estradas" (VICENTINO, 1998). Na década de 70, o governo do Estado de São Paulo lançou o PROINDE – Plano Rodoviário para a Interiorização do Desenvolvimento. (SÃO PAULO, 1972). Este documento traz o plano de construção de rodovias estaduais em várias regiões do Estado de São Paulo como base para o crescimento econômico e urbanização do interior. Desnecessário dizer que uma publicação daquele período não traz menção, de nenhum tipo, a qualquer aspecto ambiental a ser considerado na estruturação destas rodovias. Nossa história econômica e política pode ter conduzido o brasileiro ao raciocínio de que quanto mais estradas, melhor, não importando onde ou como.

### 1.5.1 Atropelamento de fauna no Brasil

Os mais de 1,7 milhão de km de rodovias brasileiras (MT, 2004), considerando-se uma largura mínima de 3,5m, destruíram diretamente 595,5 mil hectares que eram ocupados por variadas formas de vida. Este foi só o impacto inicial. No Brasil, só no ano de 1998 (MT, 2004), dos 120.422 acidentes de tráfico rodoviário registrados exclusivamente nas rodovias federais policiadas, 4.863 foram de atropelamento de animais, ou seja, 4%. Não temos dados sobre que porcentagem destes animais era de domésticos ou silvestres. No Brasil ainda são poucos os trabalhos publicados sobre impacto à fauna por atropelamento, principalmente trabalhos que tenham sido realizados com metodologia específica. NOVELLI et al. (1988) percorreram durante 4 meses, entre março e junho de 1983, 66 km da rodovia BR-471 no Rio Grande do Sul, contabilizando especificamente as aves mortas por atropelamento no local. Em suas 45 viagens encontraram um total de 144 aves de 13 famílias diferentes além de registrar um "ponderável número de atropelamentos de outros animais, principalmente mamíferos, tais como ratões do banhado, gambás, zorrilhos, lebres, cachorros-do-mato, preás e até capivaras". VIEIRA (1996) estimou em 2.700 o número de mamíferos silvestres mortos por ano atropelados em rodovias só nas regiões de Cerrado do país, o que hoje pode ser considerada uma projeção bastante inferior à realidade comparando-se com dados mais atuais.

FISCHER (1997), em 1,5 ano de estudo ao longo de 420 km da rodovia BR-262 no Mato Grosso do Sul contabilizou 1.402 animais silvestres mortos por atropelamento. Entre estes, espécies ameaçadas de extinção como

onça-pintada (*Panthera onca*), cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) e cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*), além de trazer números impressionantes como 91 tamanduás-bandeira e 270 cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*). RODRIGUES (2002) relata que anualmente 50% dos lobos-guarás (*Chrysocyon brachyurus*) nascidos na Estação Ecológica de Águas Emendadas – DF (EEAE), são perdidos por atropelamento. A rodovia GO-341, entre os km 83 e 108, margeia, de um lado o Parque Nacional das Emas (PNE) e, do outro, extensas lavouras de soja e milho. JÁCOMO et al. (1996), em 63 monitoramentos deste trecho encontraram 78 animais silvestres mortos. O conteúdo estomacal destes animais apresentou itens (presas) comumente encontrados nos tipos de lavouras supra citadas. RODRIGUES (2002) e SILVEIRA (1999) concluíram que o atropelamento em rodovias é a principal causa de mortalidade para as populações de Lobos-guarás, respectivamente na EEAE e no PNE. Também AZEVEDO (2001)<sup>1</sup>, no Parque Nacional do Iguaçu – PR, observou o atropelamento como uma importante fonte de impacto para as populações nativas de animais.

Estes dados estão de acordo com PIRES (1999) que afirma que para a efetiva conservação da biodiversidade é necessária uma abordagem “*inter situ*” na qual não somente as UCs são focalizadas, mas as áreas entre elas. As rodovias, portanto, como um dos componentes da paisagem, localizados entre as UCs, revertem-se naturalmente em necessário foco de estudos a respeito de sua relação com a fauna.

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal concedida em 13/08/2001 pelo biólogo Fernando Azevedo, doutorando no Fish and Wildlife Resources, Idaho University – EUA, pesquisador no Parque Nacional de Iguaçu de 1997 a 2001.

## 1.6 O Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo contém 645 municípios, quase 12% do total do país, em menos de 3% da área total do mesmo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004). Possui 195.071 km de estradas (MT, 2004), quase 12% do total brasileiro, com 12.673.590 de veículos automotores circulando, quase quatro vezes mais do que o número encontrado em Minas Gerais, o Estado segundo colocado neste aspecto.

Ao mesmo tempo, é um Estado que teve sua cobertura vegetal original reduzida e altamente fragmentada, com apenas 13,4% do remanescente natural (PIRES, 1999). São Paulo apresenta parte dos dois ecossistemas brasileiros considerados "hotspots" para conservação de biodiversidade (MYERS et al., 2000), mas só tem aproximadamente 10% de suas áreas remanescentes protegidas em UCs.

A região nordeste do Estado é extremamente fragmentada, dominada por várias atividades agrícolas, predominantemente cultivo de cana-de-açúcar, laranja, algodão e silvicultura, (PIRES et al., 2000) além de ser entrecortada por estradas de diferentes magnitudes.

MANTOVANI (2001) não encontrou grandes taxas de atropelamento (a máxima foi de 0,0042animais/km percorrido), quando comparadas às de outros trabalhos brasileiros como o de JÁCOMO et al. (1996), 0,06 animais/km percorrido, e SILVEIRA (1999), 0,054animais/km percorrido. O autor pondera que isto pode se dever ao método utilizado pois o levantamento de atropelamentos não era o objetivo principal de seu trabalho, tendo sido realizado durante o acompanhamento dos animais aparelhados com

rádio-colares. Com isto, muitas vezes as estradas foram percorridas mais de uma vez por dia, aumentando o percurso que entra no cálculo do índice. O autor afirma, no entanto, que a mortalidade de Lobos-Guarás nas estradas da região é um fator importante a ser considerado em planos de manejo da espécie. LYRA-JORGE (1999), em trabalho realizado em parte da área englobada no presente estudo, reporta o encontro eventual de um indivíduo de suçuarana (*Puma concolor*) atropelado na SP253 e de um lobo-guará e um tamanduá-bandeira na SP 330, exatamente defronte à Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Pé de Gigante (ARIE). Naquele trabalho a autora entrevistou 19 moradores da região da ARIE e 48% deles afirmaram já ter encontrado animais atropelados, a maioria na SP 330 e alguns em estradas vicinais. Ela conclui que a SP 330 é “o principal fator de perturbação no entorno da ARIE”.

Os fatos expostos acima motivaram a presente investigação cuja proposta está expressa a seguir.

## **2- OBJETIVOS**

Avaliar o atropelamento de vertebrados silvestres e fatores que o influenciam, em um circuito das principais rodovias de uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo.

### **2.1 Objetivos específicos**

1. Quantificar o atropelamento dos animais, as proporções em que as espécies ou *taxa* são atingidos e os possíveis fatores que influenciam estes valores.
2. Estudar possíveis variações das taxas de atropelamento ao longo do ano e fatores temporais potencialmente associados a elas.
3. Avaliar a distribuição espacial dos atropelamentos e possíveis fatores associados.
4. Discutir medidas para mitigar os atropelamentos.

### **3- MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de Estudo**

Os trechos das rodovias estudadas, todas pavimentadas, somam 239,24km e são assim definidos:

- SP253: do município de Jaboticabal até o entroncamento com a SP330, com um total de 80km. Toda a extensão da rodovia tem uma faixa de rolagem para cada sentido de deslocamento com alguns trechos providos de terceira faixa. Há trechos sem acostamento e segmentos com acostamento ruim. A conservação da rodovia não é boa, embora durante o período de estudo tenha havido o recapeamento de alguns trechos. Com freqüência se formam grandes falhas no asfalto ou saliências devido ao grande volume de veículos de carga. Há períodos em que a vegetação da área de refúgio não é podada com regularidade. Não se conseguiu o dado de Volume Médio Diário de Veículos (VDM) junto ao órgão responsável, mas trata-se de estrada com tráfego médio a intenso, com metade do contingente constituindo-se de veículos comerciais, por tratar-se de “rota de fuga” de pedágios na região.
- SP330: do entroncamento com a SP253 até Porto Ferreira, totalizando 40,54km estudados. Esta Rodovia tem, no mínimo, duas faixas de rolamento em cada sentido, com largo canteiro central. Em alguns trechos tem 3 ou 4 faixas de rolagem para cada sentido. O acostamento é de boa qualidade e a vegetação da área de refúgio manteve-se sempre podada bem baixa. O VDM/km da SP330 na área do presente

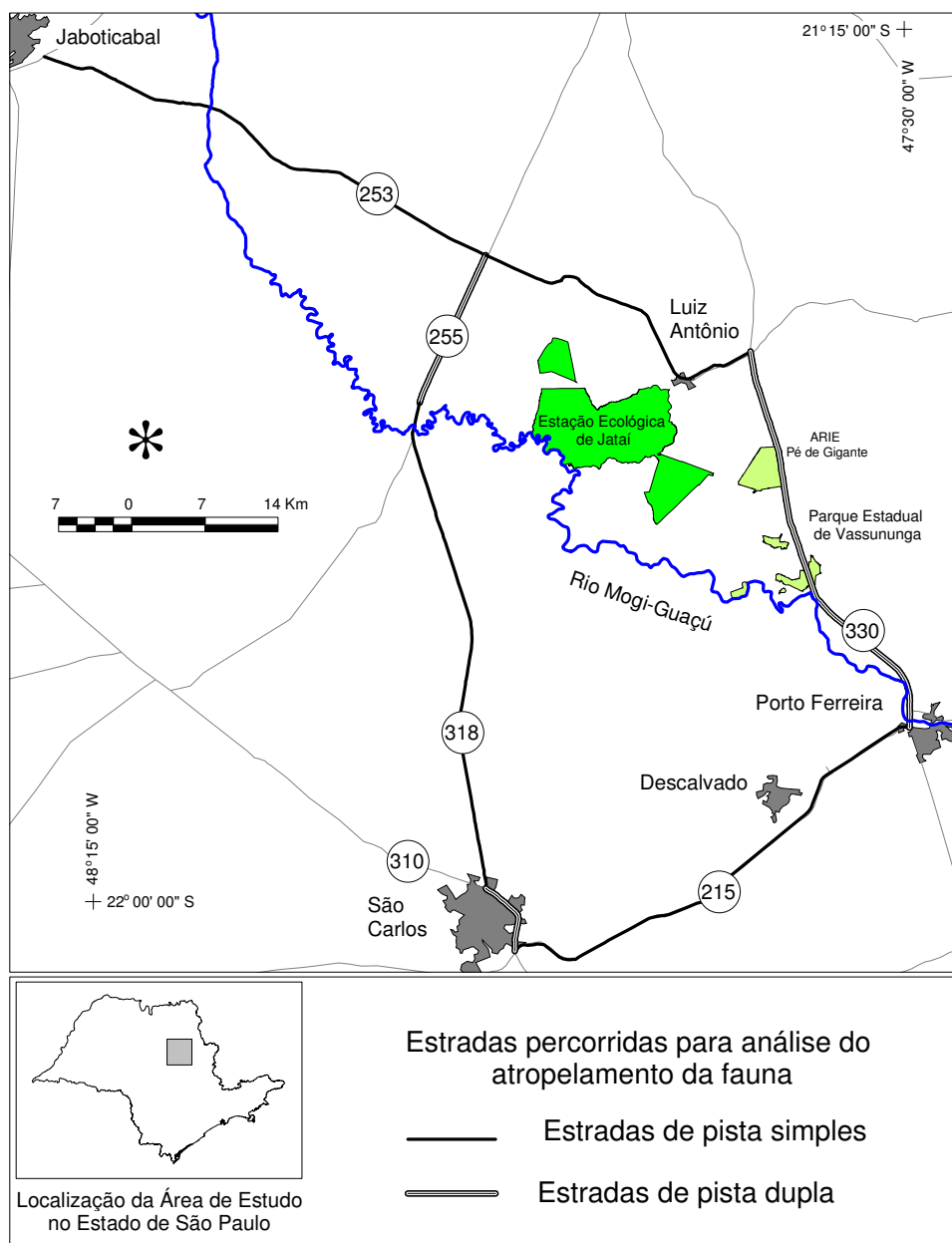
estudo, entre agosto de 2002 e julho de 2003 foi de 193,80 veículos, sendo 57% destes, carros de passeio.

- SP215: de Porto Ferreira até o entroncamento com a SP310, com um total de 49,3km. O trecho é todo de pista simples com longa extensão provida de terceira faixa de rolagem. O acostamento é formado somente de pedriscos ou ausente em grande parte da mesma, porém durante o desenvolvimento deste projeto houve construção de acostamento pavimentado em vários segmentos. São boas as condições de manutenção. O VDM/km desta rodovia no trecho e período deste estudo foi de 36,14veículos, com 70% destes constituídos de veículos de passeio.
- SP310: do entroncamento com a SP215 até o entroncamento com a SP318 (7,6km). O trecho é todo de pista dupla, com boas condições de manutenção. A área do entorno é muito urbanizada, com várias entradas para bairros do município de São Carlos. Não foi levantado o VDM desta rodovia pelo fato do trecho estudado ser muito curto o que geraria distorção no cálculo de VDM/km.
- SP318: do entroncamento com a SP310 até o entroncamento com a SP255 (44,8km). O trecho é todo constituído de pista simples com acostamento pavimentado, grande extensão provida de terceira faixa de rolagem e boas condições de conservação. O VDM/km da SP318 na área do presente estudo, entre agosto de 2002 e julho de 2003 foi de 25,19 veículos, sendo 63% destes, carros de passeio.



- SP255: do entroncamento com a SP318 até o entroncamento com a SP253 (17km). O trecho inspecionado é quase todo de pista dupla com canteiro central. Somente o trecho após o acostamento, mais próximo ao cruzamento com o rio Mogi-Guaçu (segmento de 3km) é de pista simples. São boas as condições de manutenção do asfalto e a vegetação da área de refúgio foi mantida podada bem baixa durante o período de estudo. O VDM/km desta rodovia no trecho estudado, entre agosto de 2002 e julho de 2003, foi de 58,42 veículos, sendo 68% destes, veículos de passeio.

Na Figura 1 são apresentados os trechos incluídos no presente estudo. Estes perfazem o perímetro de uma região fragmentada do Nordeste do Estado de São Paulo onde se localizam a Estação Ecológica de Jataí (EEJ), com aproximadamente 9.000ha, Estação Experimental de Luiz Antônio (EELA), com em torno de 2.000ha, A.R.I.E. Cerrado Pé de Gigante (ARIE), 1225ha, e outras quatro glebas do Parque Estadual Vassununga (PEV), constituindo um arquipélago de vegetação natural (LYRA-JORGE, 1999), entrecortado pelo rio Mogi-Guaçu. A SP330 passa muito próxima da ARIE, atravessa as glebas Capetinga Oeste e Leste do PEV e cruza o rio Mogi-Guaçu em Porto Ferreira. Já as rodovias SP253 e SP255 têm, cada uma, um ponto de intersecção com o rio Mogi-Guaçu.



**Figura 1** – Área de estudo, incluindo as rodovias percorridas: SP253, SP255, SP318, SP310, SP215 e SP330, principais municípios e Unidades de Conservação abrangidos.

A região da EEJ está situada na porção Atlântica do domínio dos Cerrados (PIRES et al., 2000), tem clima do tipo geral Aw, segundo Köpen, ou seja, tropical chuvoso, com uma estação seca e fresca, definida de abril a setembro e outra chuvosa e mais quente, que vai de outubro a março (SETZER, 1966) e é de ocorrência de grande riqueza faunística. Na EEJ e EELA, DIAS (2000) registrou mais de 300 espécies de aves e TALAMONI et al. (2000) levantaram a ocorrência de 69 espécies de mamíferos, sendo 24 ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo, e três no Brasil: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), Jaguaririca (*Leopardus pardalis*) e Suçuarana (*Puma concolor*). Já na ARIE, LYRA-JORGE & PIVELLO (1998) identificaram 22 espécies de mamíferos.

### **3.2 Viagens empreendidas para coleta de dados de atropelamento**

Foram realizadas 54 viagens, uma por semana, de 05 de agosto de 2002 a 11 de agosto de 2003. As duas primeiras viagens não tiveram seus dados contabilizados, pois foram assumidas como período de treinamento na visualização das carcaças, familiarização com o percurso e adaptação à rotina de viagens. Foram consideradas as viagens de 19 de agosto de 2002 a 11 de agosto de 2003, 52 percursos, resultando em um total de 12.440,48km percorridos.

Procurou-se realizar as viagens sempre no início da semana para manter constante o intervalo de dias entre as coletas. Buscou-se manter a velocidade de 60km/h e entre um e três observadores presentes em cada

viagem. As saídas eram logo no início da manhã para que fosse observado o maior número possível de carcaças de animais vitimados no crepúsculo e aurora imediatamente anteriores, antes que estas fossem destruídas pelo tráfego.

Durante a viagem, sempre que era visualizado algum indício de carcaça de animal atropelado, era feita uma parada para melhor observação. Caso se tratasse de um animal silvestre eram anotados dados detalhados do local, da carcaça, data, hora, rodovia, quilômetro e condições climáticas (ver planilha de campo no ANEXO I). A altura da vegetação na zona de refúgio (logo após os acostamentos) no local do atropelamento era classificada em uma de três possíveis categorias: “terra/vegetação herbácea”, na qual se incluía qualquer vegetação de no máximo um palmo de altura; “vegetação de no máximo 1m de altura” que tivesse altura não inferior a um palmo; e “vegetação com mais de 1m de altura”. Cada registro de atropelamento era georeferenciado com aparelho receptor do sistema GPS (“Global Position System” – Garmim eTrex). Se não fosse possível fazer a identificação rápida no local ou se a carcaça estivesse em boas condições de preservação, esta era recolhida e levada resfriada em gelo para posterior identificação e coleta de amostras para outros estudos. Fora destes casos, a carcaça era removida para a área de refúgio contígua para evitar que fosse contabilizada novamente na viagem seguinte. Foram consideradas todas as carcaças visualizadas na faixa de domínio das rodovias: faixas de rolagem, acostamentos e zona de refúgio. Em geral a faixa de domínio tem, transversalmente à rodovia, 50m de largura em estradas de pista simples e 75m nas de pista dupla.

### **3.3 Outras fontes de informação sobre atropelamentos de fauna ocorridos no percurso durante o período de estudo.**

Diferentes trechos destas rodovias são inspecionados várias vezes ao dia por diferentes instituições. Estas são responsáveis pela identificação, registro e destinação das carcaças de animais atropelados encontradas.

#### **3.3.1 Departamento de Estradas de Rodagem – Jaboticabal-SP (SP253: km 222+000m ao 204+000m).**

Foram consultados os arquivos do Departamento de Estradas de Rodagem de Jaboticabal-SP (DER-Jab) sobre animais atropelados contabilizados por este órgão. Os veículos do DER-Jab inspecionam as rodovias trafegando pelo circuito completo delas pelo menos quatro vezes ao dia, ou seja, passam por todos os trechos no mínimo a cada seis horas. Segundo o coordenador, todos os animais encontrados na rodovia são identificados e então enterrados ou recolhidos, e os dados referentes a data, horário e quilometragem, anotados. O trecho patrulado pelo DER-Jab que coincide com o percurso do presente trabalho é o da SP253 entre os quilômetros 222 e 204 (18km no total). Os técnicos que realizam a inspeção não têm treinamento específico para identificação de espécies da fauna e a nomenclatura utilizada não é padronizada. Os dados não estão disponíveis digitalizados.

**3.3.2 Empresa “A” Concessionária de rodovias (SP330: km 268+000m ao 240+500m, SP318: km 235+400m ao 280+200m e SP255: km 30+100m ao km 48+100m).**

Tratam-se de trechos concedidos pelo Estado. A empresa concessionária responsável pelos trechos descritos acima negou-se a fornecer os dados de atropelamento registrados por ela nos períodos de 2001/2002 e 2002/2003. Concordou em avisar a pesquisadora quando novos atropelamentos de animais silvestres de grande porte viessem a ocorrer e realmente reportou diversos acidentes. Isto possibilitou que a pesquisadora fosse ao local, recolhesse a carcaça e procedesse à precisa identificação da espécie e coleta de amostras.

Através da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Transporte Delegados do Estado de São Paulo (ARTESP) a pesquisadora teve acesso ao relatório 2002/2003 sobre fauna atropelada nos trechos da concessão da empresa, mas estes se limitaram aos atropelamentos que originaram Boletins de Ocorrência Policial.

Por contrato a concessionária deve inspecionar todo o trecho concedido, mediante a passagem de um técnico em veículo automotor, a cada duas horas. Podem ocorrer intervalos maiores que duas horas se o técnico se detiver por mais tempo em algum atendimento a usuário.

O técnico atende motoristas com problemas, recolhe material da pista e identifica e destina animais silvestres e domésticos atropelados ou presentes na estrada. Em geral ele enterra os animais mortos na faixa de domínio e anota dados relativos à espécie, data, rodovia, quilometragem e sentido da pista em que houve a ocorrência. Há orientação da ARTESP para

que espécies ameaçadas da fauna sejam destinadas a instituições de pesquisa.

### **3.3.3 Empresa “B” Concessionária de rodovias (SP330: km 240+500m ao 227+460m e SP215: km 97+400m ao 146+700m).**

Os mesmos procedimentos durante a inspeção das rodovias descritos no item anterior são adotados por esta concessionária nos seus trechos de concessão.

A empresa responsável forneceu prontamente os relatórios de animais atropelados de 2001/2002 e de 2002/2003. Forneceu também fotografias dos animais. Com isto foi possível checar a identificação dada pelos técnicos da empresa a alguns espécimes e tomar conhecimento de alguns indivíduos atropelados que, por questão de data da ocorrência, só estarão compilados no relatório de 2003/2004 da Concessionária.

### **3.3.4 Polícia Militar Rodoviária (PMRV).**

Foram contatados os capitães da Polícia Militar Rodoviária sediados em Ribeirão Preto e em Araraquara. Ambos concordaram em colaborar com a coleta de dados de animais silvestres atropelados na região pelo período de aproximadamente um ano.

Foi elaborada uma planilha que mensalmente era enviada para as duas sedes da PMRV para que ficassem dentro dos veículos de patrulha. Todo o contingente recebeu ordem de anotar nesta planilha todos os animais silvestres visualizados atropelados na pista. Também deveriam telefonar a qualquer hora para a residência da pesquisadora para avisar sobre o

atropelamento de algumas espécies indicadas na planilha, em geral animais ameaçados e/ou de grande porte.

A pesquisadora recebeu relatórios mensais da PMRV sediada em Ribeirão Preto e relatórios mais esparsos do grupo de Araraquara. Recebeu diversos reportes de atropelamentos recentes ocorridos com espécies de maior interesse que resultaram em profícua coleta de dados e de material.

### **3.3.5 Outras fontes**

Também foram recebidos informes esporádicos da ARTESP, de colegas da Universidade, de alunos e de motoristas que tomavam conhecimento do presente projeto. Sempre que a informação era confirmada presencialmente pela autora ou era abonada pelo reporte de mais de uma fonte, o dado era contabilizado.

Por terem metodologias diferentes para sua constituição, os dados destas fontes em geral foram analisados em separado dos colhidos nas viagens de campo da autora. Nos casos de exceção, as diferentes origens dos dados estão devidamente identificadas.

No início do trabalho foram feitos contatos também com as sedes da Polícia Militar Ambiental de Ribeirão Preto e São Carlos; com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Escritório Regional de Ribeirão Preto; viações detentoras de linhas coincidentes com os trechos percorridos; alguns motoristas de táxi e de caminhão dos municípios de Jaboticabal e São Carlos e três empresas transportadoras com linhas fixas entre municípios localizados dentro da área do



presente trabalho. Estes contatos não se concretizaram em efetivas fontes de informação de atropelamentos de fauna na região.

### **3.4 Dados do clima.**

Foram conseguidos, mediante solicitação, dados de precipitação diária e temperatura máxima e mínima diárias de três municípios da região. Os dados de Luiz Antônio foram fornecidos pelo Departamento de Agricultura e Meio Ambiente do município e os de São Carlos e Jaboticabal, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foi calculada a média de temperatura e de precipitação dos três municípios. Os dados de precipitação, entretanto, apresentavam valores muito discrepantes de forma que a média das três localidades teve desvio padrão muito alto. Optou-se então por apresentar a precipitação de cada sítio individualmente.

### **3.5 Dados de Volume Médio Diário (VDM) de veículos ao longo do ano.**

Foram fornecidos pela ARTESP os VDM mensais de agosto de 2002 a julho de 2003 das rodovias SP330, SP215, SP318 e SP255. Os dados são referentes a trechos das rodovias não exatamente coincidentes com os compreendidos no presente trabalho. Para que estes valores pudessem ser comparados entre as rodovias, procedeu-se ao cálculo de VDM por quilômetro de cada rodovia.

### 3.6 Tratamento dos dados.

Foi utilizada, para tratamento das informações, a estatística descritiva. A partir dos dados obtidos nas viagens de campo foram calculadas: a taxa de animais atropelados por viagem realizada por mês; por quilômetro do percurso de 239,24km por ano e por mês; por quilômetro do total percorrido (12.440,48km); por quilômetro de rodovia em cada rodovia; e as porcentagens de acidentes ocorridos em cada categoria de altura da vegetação na zona de refúgio.

Em Tabelas e Gráficos foram comparadas as variações mensais das taxas de atropelamento com as variações mensais das médias de temperatura, precipitação e de volume de tráfego.

Foi feita uma comparação entre os índices reportados pelas instituições responsáveis por trechos das rodovias e os dados encontrados pela pesquisadora nas viagens de campo.

As espécies registradas atropeladas foram classificadas conforme o grau de prioridade para conservação na região, em categorias numeradas de um a cinco. A categorização dos *taxa* foi feita em reunião com alguns dos profissionais envolvidos no projeto da presente dissertação. Para isto, estes utilizaram os critérios de abundância relativa na área, presença em listagens de espécies ameaçadas de extinção e função ecológica exercida pela espécie. Quanto menor a numeração, maior a prioridade para a conservação na região do estudo. A categoria 1 (um) incluiu animais oficialmente listados como ameaçados de extinção, de baixa natalidade ou com evidências locais de diminuição da população. A categoria 2 (dois) reuniu animais não listados como

ameaçados de extinção, mas pouco abundantes, com evidente diminuição de população na região, com ameaças fortes às suas populações, ou com funções ecológicas estratégicas. A categoria 3 (três) agrupou espécies ausentes em listas de fauna ameaçada, não raros na região, mas com algum grau de ameaça às suas populações ou que têm função ecológica estratégica. A categoria 4 (quatro) tratou de animais abundantes e sem risco eminente às suas populações e a categoria 5 (cinco) incluiu espécies muito abundantes, sinantrópicas e não ameaçadas a médio prazo. Duas espécies não originalmente ocorrentes na região, registradas atropeladas, foram classificadas na categoria 6 (seis).

Para a análise espacial foram considerados os dados advindos das viagens de campo e os conseguidos de outras fontes. Foi elaborado um Plano de Informação (PI) com os dados de atropelamentos georeferenciados por aparelho receptor de GPS, denominado “PI atropelamentos” que posteriormente foram analisados em conjunto com os PIs de estradas, corpos d’água e fragmentos de vegetação natural, a partir da técnica de sobreposição de mapas digitais utilizando o software SIG MAPINFO® (Versão 4.1). Os dados georeferenciados somente por anotação da rodovia e quilometragem indicada na pista, na maioria advindos de outras fontes de informação, foram posteriormente agregados ao “PI atropelamentos” manualmente, tomando-se como base a quilometragem de cada rodovia (técnica de endereçamento).

Foram analisados em conjunto os pontos de ocorrência de atropelamento dos animais das categorias de prioridade para conservação um

e dois. A partir deste exame, foram propostas quatro áreas prioritárias para proposição de medidas mitigatórias do atropelamento de fauna.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1- Número de atropelamentos e espécies atingidas

Nas 52 viagens de campo realizadas, que compreenderam 363 dias de estudo, foram registrados 596 animais atropelados de 81 espécies diferentes. Considerando os 239,24 km do percurso, encontrou-se o atropelamento de 2,49 animais/km/ano ou 0,21 animais/km/mês. Resultados semelhantes foram reportados por FISCHER (1997), que encontrou 3 animais/km/ano ou 0,25 animais/km/mês, embora a metodologia utilizada não tenha sido idêntica à do presente estudo.

Considerando o total de quilômetros percorridos neste estudo (o esforço amostral), a média de atropelamentos foi de 0,048 animais/km percorrido, superior à encontrada por MANTOVANI (2001), 0,0015 animais/km percorrido, em estudo realizado em parte da área abrangida na presente dissertação. JÁCOMO et al. (1996) encontraram uma taxa de 0,06 animais/km percorrido e, SILVEIRA (1999), de 0,045 animais/km percorrido, em trabalhos realizados em rodovias que margeiam o Parque Nacional das Emas, UC de 130.000 ha reconhecida pela riqueza e abundância de fauna de grandes mamíferos. SILVEIRA (1999), no entanto, não contabilizou répteis e anfíbios e teve índice muito baixo de anotação de aves, só tendo registrado espécies robustas: Seriema (*Cariama cristata*) e Ema (*Rhea americana*), fato que atribuiu à dificuldade de detecção de espécies de pequeno volume corporal. RODRIGUES et al. (2002) obtiveram um registro mais elevado (0,168 animais/km percorrido) ao inspecionar rodovias limítrofes à Estação Ecológica das Águas Emendadas, que tem cerca de 10.400ha.

Levando-se em consideração as diferenças entre as regiões de realização dos trabalhos de JÁCOMO et al. (1996), FISCHER (1997), SILVEIRA (1999) e RODRIGUES et al. (2002) e a região nordeste do Estado de São Paulo aqui estudada, especificamente o tamanho da área contínua das UCs e sua proximidade das rodovias estudadas, a intensidade de uso e ocupação do solo e a condição diferenciada do presente estudo, em que instituições sistematicamente retiram de parte do percurso as carcaças dos animais, pode-se admitir como alta a taxa de atropelamento encontrada no presente estudo.

De maneira geral, a quantidade de espécies diferentes encontradas por viagem acompanhou a variação da quantidade de indivíduos atropelados registrados por viagem. Quando um índice aumentava o outro também o fazia. Dos 596 atropelamentos, 310 (52%) foram relativos a aves pertencentes a 45 espécies diferentes; 184 (31%), a 23 espécies mamíferos; 56 (9%), a 11 espécies répteis; 35 (6%), a 02 espécies anfíbios; e 11 (2%), a indivíduos que não puderam ser identificados (Tabela 1).

Os dados conseguidos junto às outras fontes de informação somaram 150 indivíduos. As espécies que constam dos relatórios são poucas e são as mesmas detectadas pela pesquisadora, à exceção de um exemplar de Jacaré-do-papo-amarelo (*Cayman latirostris*). Dois indivíduos de Onça-parda (*Puma concolor*) foram atropelados, um logo antes e outro logo após o período compreendido pelo presente estudo. Estes animais foram considerados em análises que não envolveram fatores temporais.

Todos os dados reunidos somam 748 indivíduos. Destes, foram classificados quanto ao grau de prioridade para conservação na região, 27 espécimes na categoria 1; 20 na categoria 2; 59 na 3; 176 na 4; 462 na 5 e 4 na categoria 6.

O grupo com maior número de representantes atropelados, detectados nas viagens de campo, foi o das aves. RODRIGUES et al. (2002) também encontraram as aves como o grupo mais representado (59% do total), já FISCHER (1997) teve as aves como segundo grupo, contendo apenas 19% das ocorrências.

O maior número de indivíduos nas populações deste *taxon* pode ser uma explicação para este alto índice de registros. Neste caso seria importante considerar que as aves não estariam necessariamente sofrendo, relativamente a outros grupos, maior pressão pelas rodovias e sim tendo registro de acidentes compatível com sua maior abundância na área.

Por outro lado, o índice de atropelamento de aves encontrado pode significar que o impacto de atropelamento seja realmente grande sobre este grupo faunístico. O voo e o forrageamento na estrada são citados por CLEVINGER et al. (2003) como fatores importantes para a incrível vulnerabilidade de aves a atropelamentos. De fato, a característica das aves de se deslocarem bastante, utilizando as três dimensões do espaço, cruzando a rodovia com mais frequência, as expõem mais a colisões com veículos. Também seu relativo pequeno peso corpóreo e a constituição própria para voar tornam o grupo susceptível não apenas à colisão com os veículos propriamente, mas também ao forte deslocamento de ar provocado pelas

passagens de veículos em alta velocidade. O capim, na beira da estrada, representa fator chamativo para as espécies de aves que se alimentam de suas sementes. Também, a presença de grãos e frutas caídos e de insetos atraídos pela iluminação nas estradas é fator atrativo também. Dos 310 registros de aves atropeladas, 63 coincidiram com anotações de algum tipo de grão, fruta ou aglomerado de insetos no local. Em algumas ocasiões nas viagens de campo foram localizados aglomerados de besouros, principalmente, nas praças de pedágio constantemente iluminadas e junto às lâmpadas sinalizadoras de entradas de postos de gasolina nas estradas. MOTTA-JUNIOR & ALHO (2000) atestaram o oportunismo de *T. Alba* e *A. cunicularia*, alimentando-se de insetos atraídos por luzes artificiais. O fato do grupo das aves como um todo ter representantes ativos tanto de dia como à noite também pode contribuir para expô-lo a atropelamentos por um período maior.

Dentro do grupo, a Ordem Strigiformes teve o maior número de acidentes anotados, seguida dos Columbiformes, Cuculiformes e Falconiformes. Não se tem os dados de densidade exata destes grupos na região, mas aparentemente eles são bastante abundantes, principalmente os dois primeiros. FISCHER (1997) também encontrou muitos Falconiformes e Strigiformes atropelados.

Foram identificadas atropeladas, em Strigiformes, quatro espécies diferentes. Somando-se os dados de *Athene cunicularia* (47), *Tyto alba* (19), *Otus choliba* (7), e de corujas que não tiveram a identificação da espécie confirmada (8); um total de 81 Stringiformes foi detectado, ou seja, aproximadamente 26% do total de aves e 13,60% do total de animais



encontrados nas viagens. A *A. cunicularia* foi a mais encontrada vitimada dentre todas as aves (15,16% da Classe). NOVELLI (1988) também teve esta espécie como a mais observada atropelada, SICK (1988), já nas primeiras edições de seu livro clássico de ornitologia, menciona a frequência com que *A.cunicularia* é vista atropelada e chama a atenção para o agravamento da questão, no caso do tráfego nas estradas vir a aumentar. A espécie tem atividade noturna e diurna, vôo baixo e um indivíduo pode transitar entre várias tocas indo de uma a outra correndo (SICK, 1997), o que pode facilitar sua exposição a acidentes com veículos. A espécie ainda tem o hábito de se banhar em areia, que com frequência é abundante às margens de rodovias. Este, aliás, é um dos fatores já reconhecidos na literatura como de atração de aves às estradas (NOSS, 2001).

A Ordem Passeriformes teve 16 espécies detectadas atropeladas, mas este é um *taxon* formado por um número extraordinário de espécies. Uma espécie deste grupo, o Tiziu (*Volatinia jacarina*) foi a espécie mais registrada em todo o levantamento de RODRIGUES et al. (2002), constituindo quase 24% do total de atropelamentos. A menor velocidade empregada por estes autores, durante o levantamento que efetuaram, relativamente à presente pesquisa, deve ter possibilitado a observação mais frequente dessas espécies de pequeno porte.

Os Falconiformes foram a segunda ordem, dentre as aves, em número de espécies detectadas, com 5 representantes, ou 11,11% do total de espécies de aves registradas atropeladas, embora com número total de atropelamentos não tão expressivo (n=12; 3,87% da Classe). O *taxon* tem semelhanças com o

grupo das corujas (SICK, 1997), destacando-se a dieta, que inclui insetos e carne fresca ou de animais já encontrados mortos. Isto torna a estrada um ambiente atraente devido à presença de carcaças de animais vitimados nas pistas. *Milvago chimachima* e *Polyborus plancus* são bastante sinantrópicos, sendo beneficiados pela expansão de áreas agropecuárias e freqüentando também as rodovias que as margeiam. FISCHER (1997) encontrou grandes números de Cará-cará (*P. plancus*) atropelados. O baixo índice total de representantes atropelados da Ordem Falconiforme, relativamente a Strigiformes, no presente trabalho, pode se dever ao fato das espécies do primeiro grupo terem populações menos abundantes e mais dispersas. Também o hábito de vôo mais alto certamente colabora para a menor exposição do grupo a colisões com veículos.

Os Columbiformes foram a segunda Ordem, dentre as aves, em número de indivíduos vitimados e a pomba-amargosa (*Zenaida auriculata*), com 29 identificações (9,35% da Classe), foi a segunda espécie de ave mais registrada. A espécie tem ampla distribuição, é abundante na área, tolerante ao meio antropizado e freqüenta áreas abertas, como o ambiente das rodovias. Ela costuma se apresentar em bandos que são ainda mais numerosos em regiões de plantação de grãos, como é o caso da região estudada, quando pode tornar-se “praga” (SICK, 1988). Foi freqüente durante as viagens de campo a observação de numerosos bandos da espécie em trechos da rodovia e DIAS-FILHO<sup>2</sup> contou mais de um milhar de *Z. auriculata* à cata de grãos

---

<sup>2</sup> Comunicação pessoal concedida em 04/03/2004 pelo Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho, Biólogo, professor de zoologia na Universidade Federal de São Carlos-SP.

caídos na pista, enquanto trafegava pela rodovia SP333, margeando plantações de soja.

Foi baixo o número de urubus (*Coragyps atractus*) registrados atropelados no presente estudo, enquanto FISCHER (1997) os observou em grande número. Esta diferença provavelmente decorre da menor presença de carcaças na pista no percurso aqui focado, uma vez que as instituições responsáveis por alguns dos trechos as removem regularmente da pista.

Nos relatórios das outras fontes de informação, o registro de aves atropeladas (n=13) foi bastante inferior ao levantado pela pesquisadora. A Classe foi a terceira em número de registros. Isso pode indicar que os técnicos de inspeção de tráfego menos freqüentemente decidem parar para enterrar aves pequenas, e, portanto, não as registram, priorizando desobstruir a estrada de carcaças maiores, que se constituem em maior risco aos motoristas. Ainda assim, coincidindo com os dados coletados nas viagens, dentre as aves o grupo mais anotado foi o dos Strigiformes, tendo sido mencionados também animais das Ordens Columbiformes e Falconiformes.

A Classe dos mamíferos foi, nas viagens de campo, a segunda mais encontrada acidentada nas rodovias, com 0,015 mamíferos atropelados/km percorrido. Não há dados precisos sobre a abundância do *taxon* na região para dimensionar o impacto desta perda de indivíduos nas rodovias. SILVEIRA (1999) teve o índice de 0,038 e RODRIGUES et al. (2002), de 0,017.

O número de espécies de mamíferos identificadas foi de 23, número expressivo considerando-se o grau de desmatamento do nordeste do

Estado de São Paulo e os dados de SILVEIRA (1999), que identificou 13 espécies e RODRIGUES (2002), que encontrou 16. Mesmo FISCHER (1997), trabalhando no Pantanal Mato-Grossense, área de reconhecida riqueza faunística, encontrou 27 espécies de mamíferos vítimas de colisão com veículos, pouco a mais do que o registrado na presente dissertação.

A Ordem com maior número total de indivíduos atropelados dentre os mamíferos foi a Marsupialia com 58 atropelamentos, que significam 31,52% das ocorrências na Classe e quase 10% do total de ocorrências anotadas nas viagens. Foram quatro as espécies identificadas no grupo, mas, de fato, o gambá (*Didelphis albiventris*), com 53 registros, ou seja, 28,8% do total de mamíferos e 8,89% do total de animais, foi o responsável pela representatividade da Ordem. A espécie foi a mais registrada em todo o levantamento, não só entre os mamíferos. Esta também foi a mais encontrada no estudo de MANTOVANI (2001). Já RODRIGUES et al. (2002) encontraram esta espécie como a quinta mais freqüente, embora a primeira, entre os mamíferos e SILVEIRA (1999) contabilizou apenas um exemplar em seu levantamento. A maior expressividade de gambás no presente trabalho pode dever-se à sua abundância e ao seu hábito tolerante ao meio antrópico.

Na Classe de mamíferos importa também ressaltar a Ordem Xenarthra, a segunda mais vitimada. Somando os apontamentos de Tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), 25 indivíduos; Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), 21; Tatus de espécie não identificada, 6; Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), 2 e Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), 1; obtêm-se 55 ocorrências, isto é, quase 30% dos mamíferos atropelados e

9,23% do total de animais vitimados. SILVEIRA (1999) também encontrou alto índice de atropelamento de tatus (35% a 40% do total de animais atropelados, dependendo da rodovia), com grande predominância de *E. sexcinctus* e esta espécie foi a segunda mais registrada atropelada no trabalho de VIEIRA (1996), constituindo 9,7% do total. Os Xenarthra constituíram 24% do total de animais atropelados encontrados por FISCHER (1997), tendo *E. sexcinctus*, 112 registros, 8% do total.

Fatores que podem colaborar para o grande índice de atropelamento de Dasypodídeos incluem o fato destes animais terem a visão relativamente pouco desenvolvida e a audição apenas medianamente acurada e, assim, executarem grande parte da percepção do ambiente utilizando o olfato. Parece ser mais importante, entretanto, o fato de terem movimentação lenta e pouco ágil. Também o hábito necrófago pode atrair os espécimes deste *taxon* para as pistas para se alimentarem de carcaças de animais atropelados. SILVEIRA (1999) atribuiu o hábito diurno, período de maior tráfego nas estradas, como fator importante para a alta ocorrência de tatus-peba atropelados.

Merece destaque também a representatividade da Ordem Carnívora e, dentro dela, o número de apontamentos de *Cerdocyon thous*. A Ordem, dentre os mamíferos, foi a com maior número de espécies atropeladas (n=5): Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (n=15), Guaxinim (*Procyon cancrivorus*) (n=3), Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (n=1), Jaritaca (*Conepatus semistriatus*) (n=1) e Jaguaririca (*Leopardus pardalis*) (n=1). Foram obtidas ainda, por meio de outras fontes de informação, dados da ocorrência

de atropelamento de furão (*Galictis cuja*), gatos-do-mato (espécies não definidas) e de onças-pardas (*Puma concolor*) na região.

A detecção deste importante impacto das rodovias sobre os carnívoros e, dentre estes, o de canídeos, especialmente o *C. thous* (8,27% da Classe e 2,95% do total de atropelamentos), coincide com o encontrado em outros levantamentos realizados no Brasil. A espécie representou 18% a 30% e a raposa-do-campo (*Pseudalopex vetulus*), 10% a 20% dos atropelamentos, dependendo da rodovia, no trabalho de SILVEIRA (1999). *C. thous* foi a espécie mais registrada (28% do total) no trabalho de VIEIRA (1996) e significou quase 20% do total de animais registrados por FISCHER (1997), que constatou o atropelamento de 270 indivíduos.

O fato dos carnívoros terem grandes áreas de vida a percorrer os expõem a várias travessias de estradas. Também são atraídos a elas devido ao hábito de necrofagia. Além disso, as beiras de rodovias, com vegetação baixa, ou as próprias faixas de rolagem, podem ser utilizadas por estes animais como trilhas artificiais para sua movimentação.

Dentro da Ordem Carnívora, a maior taxa de atropelamento de canídeos do que de felídeos pode ser decorrente da maior densidade populacional do primeiro grupo e da sua menor agilidade e velocidade de movimentação.

A soma dos dados fornecidos pelas outras fontes de informação resultaram na Classe dos mamíferos como a mais registrada atropelada (Tabela 1), representando, este *taxon*, 54,67% do total encontrado em seus levantamentos. Este resultado difere daquele conseguido nas viagens de

campo do presente estudo, que aponta a Classe dos mamíferos como a segunda em registros, após as aves.

Nestes relatórios, os tatus (sem espécie identificada) foram os mais encontrados, seguidos do Gambá. Estes dados são semelhantes aos apurados, dentro da Classe Mammalia, nas viagens de campo da autora. Merecem destaque o elevado registro de lobos-guará (*Chrysocyon brachyurus*) com 8 espécimes ou 9,8% dos mamíferos constantes dos relatórios e o relativamente baixo total de *C. thous*, 7 indivíduos, ou: 8,5% do total. O baixo encontro de *C. thous* vitimados pode indicar que os técnicos das instituições responsáveis pelas rodovias os estão contabilizando como cães domésticos, cujo atropelamento é muito freqüente na região.

Os dados dos relatórios dão conta, ainda, de 6 lebres/coelhos de espécie não definida e 2 *Lepus europaeus*, espécie exótica, de identificação confirmada. É preocupante que esta espécie tenha sido registrada no Estado de São Paulo, confirmando sua expansão territorial a partir do Sul do Brasil onde foi introduzida para a prática da caça. De forma semelhante, o registro de atropelamento de um rato-do-banhado (*Myocastur coypus*), espécie não natural do Estado de São Paulo, atesta que as espécies de ocorrência natural na região estão sujeitas também à pressão de espécies artificialmente introduzidas. NOSS (2001) afirma que a proliferação de espécies exóticas, muitas delas oportunistas, é um impacto freqüentemente causado por rodovias.

A Classe dos répteis foi a terceira mais registrada no levantamento de campo, com 56 indivíduos, ou seja, 9,4% do total de animais atropelados e a dos anfíbios, a menos observada, com 35 representantes,

aproximadamente 6% do total. Répteis e anfíbios também foram o terceiro e quarto grupos mais registrados no levantamento de FISCHER (12% e 0,8% do total respectivamente). RODRIGUES et al. (2002) encontraram os répteis como o segundo grupo mais observado atropelado, com aproximadamente 23% das ocorrências e os anfíbios, o quarto grupo, com quase 8% delas, sendo o sapo-cururu (*Bufo paracnemis*), a espécie mais registrada dentre todos os animais. A literatura internacional aponta o grupo de anfíbios como especialmente vitimado por atropelamentos em rodovias (GOOSEM, 1997; TROMBULK & FRISSEL, 1999).

Anfíbios e répteis têm movimentação menor que aves e mamíferos, o que pode expô-los com menor frequência às rodovias. Seu menor volume e peso corporal podem também ter colaborado para seu baixo registro pois as pequenas carcaças além de serem de difícil visualização por parte dos observadores, deterioram-se rapidamente e são facilmente carregadas inteiras por animais de rapina. Como exemplo, durante a viagem de campo de 10 de fevereiro foi observada carcaça de um pequeno animal na SP253. Esta, no entanto, não foi examinada, pois foi retirada da estrada por um gavião que em seguida a consumiu pousado em um mourão de cerca.

A Família Boidae teve o maior número de registros (n=19) dentre os répteis, com 19 indivíduos, aproximadamente 34% das ocorrências da Classe. A Jibóia (*Boa constrictor*) foi a mais representada (n=14), não só na Família como em toda a Classe. A segunda espécie mais vitimada entre os répteis foi o Lagarto-teiú (*Tupinambis meriani*). Ambos são abundantes na região, a Jibóia com maior expressão. Esta espécie tem ainda a movimentação



lenta, o que a deixa mais tempo exposta a acidentes nas pistas, e maior volume corporal, o que permite que ela seja mais detectada ao se inspecionar as pistas. A *Amphisbaena alba*, a segunda espécie mais detectada vitimada em rodovias no levantamento de RODRIGUES et al. (2002), no presente trabalho representou apenas 1% dos registros totais.

Os dados obtidos por outras fontes de informação mostram um registro relativamente alto de répteis, 38 indivíduos, aproximadamente 25% do total. Nenhum anfíbio foi reportado. A espécie de réptil mais relatada foi também a *B. constrictor*, com 5 registros e é digna de nota, a contabilização de um exemplar de Jacaré-do-papo-amarelo (*Cayman latirostris*) na SP330.

O elevado registro de serpentes, pelos inspetores de trânsito, que correspondeu a 68,42% das anotações de répteis, pode estar relacionado a valores culturais populares. Uma serpente na pista chamaria a atenção não por seu tamanho ou coloração, mas pelo perigo inerente que ela representa ao homem segundo a cultura tradicional.

Uma hipótese para a ausência de registros de anfíbios pode ser, como no caso do baixo apontamento de aves, o reduzido tamanho dos espécimes. Estes não são visualizados e não chamam a atenção de motoristas comuns mesmo quando os veículos passam com as rodas por cima das carcaças que permanecem na pista. Além disto, por serem animais que, em geral, estão ligados a corpos d'água, hipoteticamente podem utilizar pequenas estruturas de drenagem para atravessar uma estrada por baixo, diminuindo o risco de atropelamento.

Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	N	viagens de campo		outras fontes de informação			soma dos dados		
					% da classe (n= 310)	% sobre o total (n= 596)	N	% da classe (n= 13)	% sobre o total (n= 150)	N	% da classe (n= 323)	% sobre o total (n= 746)
<b>Aves</b>												
<i>Ordem Anseriformes</i>												
Família Anatidae	marreco-irerê	Dendrocygna viduata	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
<i>Ordem Caprimulgiformes</i>												
Família Caprimulgidae	curiango	Caprimulgus parvulus	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Caprimulgidae	curiango-tesoura	Hydropsalis brasiliana	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Caprimulgidae	curiango	Nyctidromus albicollis	4	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Nyctibiidae	urutau	Nyctibius griseus	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
<i>Ordem Charadriiformes</i>												
Família Jacanidae	jaçanã	Jacana jacana	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
<i>Ordem Columbiformes</i>												
Família Columbidae	rolinha	Columbina talpacoti	5	7	2,26	1,17	0	0	0	7	2,17	0,94
Família Columbidae	pomba-asa-branca	Columba picazuro	4	10	3,23	1,68	1	7,69	0,66	11	3,41	1,47
Família Columbidae	pomba-amargosa	Zenaida auriculata	5	29	9,35	4,87	0	0	0	29	8,98	3,89
Família Columbidae	pomba NI	NI	5	32	10,32	5,37	1	7,69	0,66	33	10,22	4,42
<i>Ordem Cuculiformes</i>												
Família Cuculidae	papa-lagarta	Coccyzus melacoryphus	2	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Cuculidae	anu-preto	Crotophaga ani	5	6	1,94	1,01	0	0	0	6	1,86	0,80
Família Cuculidae	anu-branco	Guira guira	5	12	3,87	2,01	0	0	0	12	3,72	1,61
<i>Ordem Ciconiformes</i>												
Família Cathartidae	urubú	Coragyps atratus	5	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	N	viagens de campo		outras fontes de informação			soma dos dados		
					% da classe (n= 310)	% sobre o total (n= 596)	N	% da classe (n= 13)	% sobre o total (n= 150)	N	% da classe (n= 323)	% sobre o total (n= 746)
<i>Ordem Falconiformes</i>												
Família Accipitridae	gaviãozinho	Gampsonyx swainsonii	1	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Accipitridae	gavião-carijó	Rupornis magnirostris	4	3	0,97	0,50	1	7,69	0,66	4	1,24	0,54
Família Falconidae	quiri-quiri	Falco sparverius	3	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Falconidae	gavião-carrapateiro	Milvago chimachima	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Falconidae	cará-cará	Polyborus plancus	5	3	0,97	0,50	0	0	0	3	0,93	0,40
<i>Ordem Gruiformes</i>												
Família Rallidae	saracura	Aramides cajanea	3	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Cariamidae	seriema	Cariama cristata	3	1	0,32	0,17	1	7,69	0,66	2	0,62	0,27
<i>Ordem Passeriformes</i>												
Família Emberizidae	tico-tico-do-campo	Ammodramos humeralis	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Emberizidae	tico-tico-rei	Coryphospingus	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Emberizidae	tico-tico	Zonotrichia capensis	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Emberizidae	sanhaço	Thraupis sayaca	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
<i>Ordem Passeriformes</i>												
Família Furnariidae	joão-de-barro	Furnarius rufus	4	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Hirundinidae	andorinha	Notiochelidon cyanoleuca	4	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Família Mimidae	sabiá-do-campo	Mimus saturninus	4	3	0,97	0,50	0	0	0	3	0,93	0,40
Família Passeridae	pardal	Passer domesticus	5	6	1,94	1,01	0	0	0	6	1,86	0,80
Família Troglodytidae	curruira	Troglodytes aedon	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Turdidae	sabiá-pardo	Turdus leucomelas	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Turdidae	sabiá-laranjeira	Turdus rufiventris	2	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Tyrannidae	papa-mosca	Empidonomus varius	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Tyrannidae	papa-mosca	Todirostrum sp.	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Tyrannidae	tesourinha	Tyrannus savana	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Tyrannidae	suiriri	Machetornis rixosus	4	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	N	viagens de campo		outras fontes de informação			soma dos dados		
					% da classe (n= 310)	% sobre o total (n= 596)	N	% da classe (n= 13)	% sobre o total (n= 150)	N	% da classe (n= 323)	% sobre o total (n= 746)
Família Tyrannidae	suiriri	Tyrannus melancholicus	5	2	0,65	0,34	0	0	0	2	0,62	0,27
Ordem Piciformes												
Família Picidae	chã- chã	Colaptes campestris	4	8	2,58	1,34	0	0	0	8	2,48	1,07
Família Picidae	pica-pau	Colaptes melanochloros	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Ordem Psittaciformes												
Família Psittacidae	aratinga	Aratinga leucophthalmus	4	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Ordem Strigiformes												
Família NI	coruja NI	NI	5	7	2,26	1,17	6	46,15	3,97	13	4,02	1,74
Família Strigidae	coruja-de-orelha	Asio clamator	3	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Strigidae	coruja-buraqueira	Athene cunicularia	5	47	15,16	7,89	0	0	0	47	14,55	6,30
Família Strigidae	coruja-de-orelha	Otus choliba	3	7	2,26	1,17	0	0	0	7	2,17	0,94
Família Tytonidae	suindara	Tyto alba	3	19	6,13	3,19	0	0	0	19	5,88	2,55
Ordem Tinamiformes												
Família Tinamidae	Inhambu-chororó	Crypturellus parvirostris	2	1	0,32	0,17	0	0	0	1	0,31	0,13
Família Tinamidae	codorna	Nothura maculosa	2	7	2,26	1,17	0	0	0	7	2,17	0,94
Ordem NI	NI	NI	5	65	20,97	10,91	3	23,08	1,99	68	21,05	9,12
Total da Classe				310	100	52,01	13	100	8,61	323	100	43,30
Total de espécies da Classe				45			5			45		

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	viagens de campo			outras fontes de informação			soma dos dados		
				N	% da classe (n=184)	% sobre o total (n=596)	N	% da classe (n=82)	% sobre o total (n=150)	N	% da classe (n=266)	% sobre o total (n=746)
<b>Mamíferos</b>												
Ordem Artiodactyla												
Família Cervidae	veado-catingueiro	Mazama gouazoupira	1	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Família Cervidae	veado NI	NI	1	0	0,00	0,00	3	3,66	2,00	3	1,13	0,40
Ordem Carnivora												
Família Canidae	cachorro-do-mato	Cerdocyon thous	4	15	8,15	2,52	7	8,54	4,67	22	8,27	2,95
Família Canidae	"raposa"	NI	4	0	0,00	0,00	2	2,44	1,33	2	0,75	0,27
Família Canidae	lobo-guará	Chrysocyon brachyurus	1	1	0,54	0,17	8	9,76	5,33	9	3,38	1,21
Família Canidae	" canídeo" NI	NI	4	0	0,00	0,00	1	1,22	0,67	1	0,38	0,13
Família Felidae	jaguaririca	Leopardus pardalis	1	1	0,54	0,17	1	1,22	0,67	2	0,75	0,27
Família Felidae	gato-do-mato NI	NI	1	0	0,00	0,00	1	1,22	0,67	1	0,38	0,13
Família Mustelidae	jaritataca	Conepatus semistriatus	2	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Família Procyonidae	guaxinim	Procyon cancrivorus	3	3	1,63	0,50	0	0,00	0,00	3	1,13	0,40
Ordem Lagomorpha												
Família Leporidae	tapeti	Sylvilagus brasiliensis	3	2	1,09	0,34	0	0,00	0,00	2	0,75	0,27
Família Leporidae	lebre	Lepus europaeus	6	1	0,54	0,17	2	2,44	1,33	3	1,13	0,40
Família Leporidae	coelho/lebre NI	NI	5	0	0,00	0,00	6	7,32	4,00	6	2,26	0,80
Ordem Marsupialia												
Família Didelphidae	gambá	Didelphis albiventris	5	53	28,80	8,89	0	0,00	0,00	53	19,92	7,10
Família Didelphidae	gambá	NI	5	0	0,00	0,00	12	14,63	8,00	12	4,51	1,61
Família Didelphidae	cuíca-d'água	Chironectes minimus	2	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Família Didelphidae	cuíca	Lutreolina crassicaudata	4	2	1,09	0,34	0	0,00	0,00	2	0,75	0,27
Família Didelphidae	cuíca-lanosa	Caluromys lanatus	2	2	1,09	0,34	0	0,00	0,00	2	0,75	0,27

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	viagens de campo			outras fontes de informação			soma dos dados		
				N	% da classe (n=184)	% sobre o total (n=596)	N	% da classe (n=82)	% sobre o total (n=150)	N	% da classe (n=266)	% sobre o total (n=746)
Ordem Primates												
Família Cebidae	bugio	Alouatta fusca	1	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Ordem Rodentia												
Família Erethizontidae	ouriço	Sphiggurus vilosus	4	10	5,43	1,68	0	0,00	0,00	10	3,76	1,34
Família Erethizontidae	ouriço	NI	4	0	0,00	0,00	4	4,88	2,67	4	1,50	0,54
Família Caviidae	preá	Cavia aperea	5	8	4,35	1,34	1	1,22	0,67	9	3,38	1,21
Família Hydrochaeridae	capivara	Hydrochaeris hydrochaeris	4	2	1,09	0,34	6	7,32	4,00	8	3,01	1,07
Família Myocastoridae	ratão-do-banhado	Myocastor coypus	6	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Família NI	roedor NI	NI	5	6	3,26	1,01	5	6,10	3,33	11	4,14	1,47
Ordem Xenarthra												
Família Myrmecophagidae	tamanduá-mirim	Tamandua tetradactyla	2	2	1,09	0,34	0	0,00	0,00	2	0,75	0,27
Família Myrmecophagidae	tamanduá-bandeira	Myrmecophaga tridactyla	1	1	0,54	0,17	1	1,22	0,67	2	0,75	0,27
Família Myrmecophagidae	tamanduá NI	NI	2	0	0,00	0,00	2	2,44	1,33	2	0,75	0,27
Família Dasypodidae	tatu-galinha	Dasypus novemcinctus	4	25	13,59	4,19	0	0,00	0,00	25	9,40	3,35
Família Dasypodidae	tatu-peba	Euphractus sexcinctus	4	21	11,41	3,52	0	0,00	0,00	21	7,89	2,82
Família NI	tatu NI	NI	4	6	3,26	1,01	17	20,73	11,33	23	8,65	3,08
Família NI	xenarthra NI	NI	4	0	0,00	0,00	3	3,66	2,00	3	1,13	0,40
Ordem Chiroptera												
Família Phyllostomidae	morcego	Artibeus sp.	5	1	0,54	0,17	0	0,00	0,00	1	0,38	0,13
Ordem NI	NI	NI	5	17	9,24	2,85	0	0,00	0,00	17	6,39	2,28
Total da Classe				184	100	30,87	82	100	54,67	266	100	35,66
Total de espécies da Classe				23			11			23		

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	viagens de campo			outras fontes de informação.			soma dos dados		
				N	% da classe (n=56)	% sobre o total (n=596)	N	% da classe (n=38)	% sobre o total (n=150)	N	% da classe (n=94)	% sobre o total (n=746)
<b>Répteis</b>												
Ordem Squamata												
Família Teiidae	lagarto-teiú	Tupinambis meriani	3	8	14,29	1,34	2	5,26	1,32	10	10,64	1,34
Família NI	lagarto NI	NI	3	0	0,00	0,00	4	10,53	2,65	4	4,26	0,54
Família Boidae	salamanta	Epicrates cenchria	1	3	5,36	0,50	0	0,00	0,00	3	3,19	0,40
Família Boidae	jibóia	Boa constrictor	5	14	25,00	2,35	5	13,16	3,31	19	20,21	2,55
Família Boidae	sucuri	Eunectes murinus	2	2	3,57	0,34	0	0,00	0,00	2	2,13	0,27
Família Colubridae	coral-falsa	Oxyrhopus guibei	5	3	5,36	0,50	0	0,00	0,00	3	3,19	0,40
Família Colubridae	jararacuçu-do-brejo	Mastigodryas bifossatus	4	1	1,79	0,17	0	0,00	0,00	1	1,06	0,13
Família Colubridae	parelheira	Philodryas patagoniensis	4	1	1,79	0,17	0	0,00	0,00	1	1,06	0,13
Família Colubridae	cobra	Phimophis guerini	3	1	1,79	0,17	0	0,00	0,00	1	1,06	0,13
Família Viperidae	caiçaca	Bothrops moojeni	5	2	3,57	0,34	0	0,00	0,00	2	2,13	0,27
Família Viperidae	cascavel	Crotalus durissus	5	1	1,79	0,17	0	0,00	0,00	1	1,06	0,13
Ordem Amphisbaenia												
Família Amphisbaenidae	cobra-cega	Amphisbaena alba	4	6	10,71	1,01	0	0,00	0,00	6	6,38	0,80
Ordem NI	cobraNI	NI	5	14	25,00	2,35	21	55,26	13,91	35	37,23	4,69
Ordem Crocodyliformes												
Família Aligatoridae	jacaré-do-papo-amarelo	Cayman latirostris	1	0	0	0	1	2,63	0,66	1	1,06	0,13
Ordem NI	NI	NI	5	0	0,00	0,00	5	13,16	3,31	5	5,32	0,67
Total da Classe				56	100	9,4	38	100	25,17	94	100	12,60
Total de espécies da Classe				11			4			12		

(continuação) Tabela 1: Número de indivíduos de cada espécie encontrados atropelados no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003, porcentagem de cada espécie sobre a respectiva Classe e sobre o total de atropelamentos e categoria de prioridade para a conservação atribuída a cada espécie. Fonte: viagens de campo e outras fontes de informação.

Taxa	Nome popular	Nome científico	P <sup>(a)</sup>	viagens de campo			outras fontes de informação			soma dos dados		
				N	% da classe (n=35)	% sobre o total (n=596)	N	% da classe (n=0)	% sobre o total (n=35)	N	% da classe (n=35)	% sobre o total (n=746)
<b>Anfíbios</b>												
Ordem Anura												
Família Bufonidae	sapo	Bufo ictericus	5	23	65,71	3,86	0	0	0	23	65,71	3,08
Família Leptodactylidae	rã	Leptodactylus sp.	4	1	2,86	0,17	0	0	0	1	2,86	0,13
Família NI	NI	NI	5	11	31,43	1,85	0	0	0	11	31,43	1,47
Total da Classe				35	100	5,87	0	0	0	35	100	4,69
Total de espécies da Classe				2			0			2		
Taxa	Nome popular	Espécie animal	P	viagens de campo			outras fontes de informação			soma dos dados		
				N	% da classe (n=11)	% sobre o total (n=596)	N	% da classe (n=38)	% sobre o total (n=150)	N	% da classe (n=28)	% sobre o total (n=746)
Não identificados	NI	NI	5	11	100	1,85	17	100	11,33	28	100	3,75
TOTAL GERAL					596		15			746		
				81			0			82		

Aves segundo SICK (1997), mamíferos segundo EISENBERG (1999), répteis segundo DALMOLIN (2000).

<sup>a</sup> Grau de prioridade para conservação na região segundo classificação do presente trabalho.

NI = não identificado.



#### 4.2 - Comparação entre os dados das diversas fontes de informação e os obtidos nas viagens de campo

Uma comparação entre os índices de animais atropelados/km/mês, considerando os trechos das rodovias envolvidos, fornecidos pelas diversas fontes de informação, está representada na Tabela 2.

Tabela 2: Número de animais silvestres encontrados atropelados por quilômetro por mês, nos diferentes trechos de rodovias estudados. Dados obtidos nas viagens de campo e por outras fontes de informação.

Rodovia	trecho	Instituição responsável	Número de registros de animais atropelados/km/mês	
			Dados das viagens de campo	Dados das outras fontes de informação
SP253	Km 222+000m ao 204+000m (total 18km)	DER – Jab.	0,16	0,49
SP253	Km 204+000 ao 142+000m (total 62km)	Não há inspeção regular	0,21	--
SP330	Km 268 ao 240+500m (total 27,5km)	Concessionária A	0,09	Não forneceu
SP330	Km 240+500m ao 225+460m (total 13,04km)	Concessionária B	0,38	0,056
SP215	km 97+400m ao 146+700m (total 49,3km)	Concessionária B	0,23	0,026
SP318	km 235+400m ao km 280+200m (total 44,8km)	Concessionária A	0,24	Não forneceu
SP255	km 30+100m ao km 48+100m (total 17km)	Concessionária A	0,19	Não forneceu

Pode-se observar que o trecho monitorado pelo DER-Jab apresentou taxa de atropelamento quase 4 vezes maior que a contabilizada nas viagens de campo. Isto era esperado, devido à mais intensa atividade de

monitoramento realizada por aquela instituição. Isto pode indicar que a inspeção é bem feita e os dados são pertinentes. A empresa concessionária A, por outro lado, não forneceu os dados de atropelamento por ela registrados, apenas aqueles constantes em Boletins de Ocorrência. Estes dados não estão citados na Tabela pois são muito reduzidos e não refletem a retirada de carcaças da pista que a concessionária efetivamente realizou. Estas carcaças acabaram não sendo contabilizadas nem pelas viagens de campo, nem pela própria empresa.

Os dados apresentados pela empresa concessionária B, via de regra correspondem a apenas 10% do constatado nas viagens de campo. Diferenças na detecção de aves e outros animais de pequeno porte, comentadas anteriormente, podem ser parte da explicação para a discrepância constatada.

Na Tabela 3 está apresentada uma comparação entre os registros conseguidos nas viagens de campo e os apresentados pelo DER-Jab para cada Classe animal.

Notam-se diferenças quanto às Classes reportadas nos registros de atropelamento da autora e do DER-Jab. Percebe-se um reduzido registro de aves e a ausência de anotações de anfíbios pelo DER-Jab, o que explica a maior participação percentual de mamíferos e répteis. Estas diferenças apontam a necessidade de cautela no emprego de dados deste tipo de origem, em estudos de atropelamentos de fauna silvestre.

Tabela 3: Número e porcentagem de animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertence, encontrados nas viagens de campo e fornecidos pelo DER-Jab. Dados referentes à SP253 entre os km 222 e 204.

	Dados das viagens de campo		DER-Jab.	
	no. de animais	% do total	no. de animais	% do total
Ave	22	16,56%	8	14,51%
Mamífero	6	17,65%	52	49,52%
Réptil	4	11,76%	28	26,67%
Anfíbio	2	5,88%	0	0%
NI	0	0%	17	16,19%
total	34	100%	105	100%

Na Tabela 4 está apresentada uma comparação entre os registros conseguidos nas viagens de campo e os apresentados pela concessionária B para cada Classe animal, na SP330.

Tabela 4: Animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertencem: Número total, porcentagem e número por quilômetro por mês. Dados referentes à SP330 entre os km 240+500m e 225+460m, provenientes das viagens de campo (12 meses de coletas) e reportados pela empresa concessionária B (7 meses de coletas).

	Dados das viagens de campo			Empresa Concessionária B		
	no. total de animais	% do total	no. ani./km/mês	no. de animais	% do total	no. ani./km/mês
Ave	22	36,67%	0,141	0	0%	0
Mam.	30	50,00%	0,192	5	100%	0,055
Réptil	3	5,00%	0,019	0	0%	0
Anfíbio	2	3,33%	0,013	0	0%	0
Ni	3	5,00%	0,019	0	0%	0
Total	60	100%	0,383	5	100%	0,055

A ausência de registros de aves, répteis e anfíbios pode ser explicada, talvez, pela suposição de que os técnicos da empresa concessionária, por priorizarem o atendimento aos motoristas usuários, não param para identificar e dar destino a pequenas carcaças. Entretanto, mesmo os registros de mamíferos, com índice de 0,192 animais atropelados/km/mês é quase 3,5 vezes menor que o verificado nas viagens de campo.

Uma carcaça de ouriço (*Sphiggurus vilosus*) registrada na SP330, km 229+550m em 29/12/2002, porém não retirada da pista pela pesquisadora, não consta do relatório da empresa concessionária. O mesmo ocorreu com um Tatu-péba (*Euphractus sexcinctus*), no dia 9/12/2002, no km 231+500m da mesma rodovia.

Na Tabela 5 está apresentada uma comparação entre os registros conseguidos nas viagens de campo e os apresentados pela concessionária B para cada Classe animal, na SP215.

Tabela 5: Animais silvestres atropelados, segundo a Classe a que pertencem: número total, porcentagem sobre o total e número por quilômetro por mês. Dados referentes à SP215 entre os km 97+400m e o 146+700m, provenientes das viagens de campo (12 meses de coletas) e reportados pela empresa concessionária B (7 meses de coletas).

	Dados das viagens de campo			Empresa Concessionária B		
	total de animais	% do total	animais/km/mês	total de animais	% do total	animais/km/mês
Ave	77	57,89	0,130	0	0%	0
Mam.	28	21,05	0,047	4	44,44%	0,012
Réptil	17	12,78	0,029	5	55,56%	0,015
Anfíbio	10	7,52	0,017	0	0%	0
Ni	01	0,75	0,002	0	0%	0
Total	133	100%	0,225	9	100%	0,026

Neste segmento de rodovia, os dados fornecidos pela empresa restringiram-se a mamíferos e répteis, que representaram, respectivamente, 21 e 13% do total verificado nas viagens de campo do presente estudo.

Um Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) registrado na viagem de campo do dia 18/11/2002, na SP215, km 105+150m, não teve a carcaça removida do local, assim como um exemplar de Gambá (*Didephis albiventris*), no dia 9/12/2002, no km 145+250m. Estes animais não aparecem no relatório da empresa concessionária.

Considerando-se que o esforço amostral da empresa concessionária, que inspeciona a cada 2h a rodovia, enquanto que as viagens de campo do presente estudo ocorreram uma vez por semana, era de se esperar que o índice apresentado pela concessionária fosse bem maior e não bem menor que o desta autora. Quanto às carcaças não removidas pela pesquisadora, que ficaram ausentes do relatório da concessionária, não se pode descartar a hipótese de que estas tenham sido carregadas por animais carniceiros antes de sua contagem pelos inspetores da empresa. Conclui-se, mais uma vez, que é preciso cautela ao se lidar com este tipo de fonte de informação em estudos sobre padrões em ocorrências de atropelamentos de animais silvestres. Ainda assim, ao considerar uma inspeção a cada 2h e o tamanho e evidencia das carcaças deixadas, fica difícil explicar porque o índice apresentado pela concessionária é tão pequeno.

### **4.3- Análise da distribuição temporal dos atropelamentos e fatores envolvidos**

As taxas de atropelamento nas Classes animais variaram ao longo do período de estudo assim como alguns fatores potencialmente associados a elas. A seguir são apresentadas estas variações e discutidas suas possíveis correlações.

#### **4. 3.1- Distribuição mensal dos atropelamentos**

A média mensal de atropelamentos, apurada nas viagens de campo, foi de  $49,64 \pm 22,78$  animais (média  $\pm$  desvio padrão), tendo havido grande variação entre os meses (Tabela 6).

Observa-se que, os meses de outubro, março, dezembro, novembro e janeiro, nesta ordem, tiveram as cinco maiores ocorrências de atropelamento, e os meses de maio, agosto, setembro, junho e julho, nesta ordem, os 5 menores. Corrigindo-se, no entanto, o número de animais atropelados pelo número de viagens realizadas por mês, observa-se que novembro teve índice superior a dezembro e, junho, inferior a setembro.

Tabela 6: Distribuição mensal de vertebrados silvestres encontrados atropelados nas viagens de campo no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

Mês ( <sup>a</sup> )	Número de animais atropelados	média ani atrop/viag/mês (± desvpad) <sup>b</sup>
jan (4)	47	11,75 (± 6,90)
fev (4)	41	10,25 (± 4,50)
mar (5)	84	16,8 (± 4,09)
abr (4)	42	10,5 (± 3,11)
mai (4)	17	4,25 (± 3,40)
jun (5)	37	7,4 (± 2,41)
jul (4)	39	9,75 (± 3,50)
ago (4)	27	6,75 (± 1,71)
set (4)	34	8,5 (± 3,11)
out (5)	85	17 (± 2,99)
nov (4)	65	16,25 (± 1,50)
dez (5)	78	15,6 (± 5,18)
total (52)	596	
Média (± desvpad)	49,64 (± 22,78)	11,23 (± 4,30)

<sup>a</sup> número de viagens realizadas no mês.

<sup>b</sup> média do número de animais silvestres atropelados encontrados por viagem realizada em cada mês e respectivos desvios-padrão.

Os dados fornecidos pelo DER-Jab. são muitos (105 animais em um total de 150 informados pelas instituições), apesar de se referirem a apenas 18km de uma rodovia. Este trecho foi adequadamente monitorado, sendo os dados aparentemente consistentes para uma análise comparativa de variação de taxa de atropelamento ao longo do ano. Estes dados, apresentados na Tabela 7 são aproximadamente coincidentes com os dados levantados a campo: os meses de outubro, novembro, dezembro, março e abril também tiveram as maiores quantidades de atropelamentos e os de maio, junho, setembro, agosto e julho, as menores.

Nota-se, tanto nos dados provenientes das viagens realizadas como nos dados do D.E.R.-Jaboticabal/SP, que os meses de maio a setembro constituem um período de cinco meses de relativo baixo índice de atropelamento de animais silvestres, coincidindo com o período de seca. O período de chuvas teve mais atropelamentos, perfazendo, os meses de outubro, novembro e dezembro, uma temporada de alto índice de atropelamentos e os meses de janeiro a abril, um período intermediário com um pico em março. Este pico do mês de março é mais evidente nos dados provenientes das viagens realizadas pela pesquisadora.

Tabela 7: Distribuição mensal do número de vertebrados silvestres encontrados atropelados pelo D.E.R.-Jaboticabal/SP na SP253, entre os km 222 e 204, no período de um ano, entre agosto/2002 e julho/2003.

	tot atrop	aves	mamíferos	répteis	anfíbios	não identificados
Jan	8	1	3	1	0	3
Fev	8	0	2	1	0	5
Mar	12	0	5	3	0	4
Abr	11	0	8	3	0	0
Mai	3	0	2	0	0	1
Jun	4	2	0	2	0	0
Jul	7	1	4	1	0	1
Ago	5	1	3	1	0	0
Set	4	0	3	1	0	0
Out	15	3	8	4	0	0
Nov	14	0	8	4	0	2
Dez	14	0	6	7	0	1
Total	105	8	52	28	0	17
Média ( $\pm$ desvpad)	8,75 ( $\pm$ 4,3)	0,67 ( $\pm$ 0,98)	4,33 ( $\pm$ 2,67)	2,33 ( $\pm$ 1,97)	0 ( $\pm$ 0,00)	1,42 ( $\pm$ 1,73)

RODRIGUES et al. (2002) também encontraram maior ocorrência de atropelamento durante o período de chuvas (definido como de abril a setembro), exceto para os mamíferos. Estes autores creditam a maior



ocorrência nas chuvas por se tratar da época de reprodução de diversas espécies. FISCHER (1997) relata ter encontrado os picos de atropelamento durante o período de seca. Este período é identificado no Pantanal Mato-grossense entre julho e dezembro, coincidindo com a época de reprodução de diversas espécies e de grande movimentação de turistas. Além disso, na época de alagamento não só o deslocamento dos animais é difícil, mas o de veículos fica quase impossível em diversos pontos.

#### **4.3.2- Fatores climáticos**

Examinando-se as variações de temperatura e precipitação e comparando-as com os índices de atropelamento das diferentes Classes, observam-se padrões distintos para cada uma.

O número mensal de aves detectadas vitimadas (Figuras 2 e 3) variou menos ao longo do ano, comparativamente aos demais grupos. Observou-se apenas uma taxa maior de anotações em outubro e uma menor em maio. Outubro foi também o mês de maior variedade de espécies de aves encontradas acidentadas nas rodovias e o de maior índice de atropelamento de *Zenaida auriculata*, incluindo um terço do total de atropelamentos da espécie. É interessante observar que neste mês houve o maior registro de temperatura média mensal, com baixo nível de precipitação atmosférica. Esta combinação de fatores pode ter favorecido o atropelamento das aves, já que a chuva intensa inibiria o voo desses animais e, conseqüentemente, diminuiria sua exposição a colisões com veículos ao cruzar estradas.

Além disso, trata-se de época de reprodução, com grande movimentação de adultos para alimentar filhotes e dispersão de juvenis. CLEVINGER et al. (2003) trabalhando no hemisfério Norte, encontraram maior ocorrência de atropelamento de aves de maio a agosto, ou seja, do terço final da primavera ao término do verão e também, segundo os autores, as atividades de reprodução e dispersão de juvenis, devem tornar as aves mais susceptíveis às rodovias. No hemisfério Sul este é também um período de proliferação intensa de insetos, com o início das chuvas, incrementando a movimentação de espécies insetívoras.

O mês de maio, além de baixo índice total, teve a menor quantidade mensal de espécies de aves identificadas vitimadas nas estradas. As aves se deslocam menos em dias de muito frio e no mês de maio a temperatura teve a segunda média mensal mais baixa.

*A. cunicularia*, a espécie de ave mais encontrada atropelada, teve o número de registros aproximadamente constante ao longo de todo o ano, com um índice um pouco maior em janeiro e números menores em julho e novembro. As ocorrências com *Z. auriculata*, a segunda espécie de ave mais freqüente, tiveram grandes variações ao longo do ano: nenhum exemplar foi encontrado em junho e taxas elevadas ocorreram de julho a outubro, com pico marcante neste último, com 35% do total de registros da espécie.

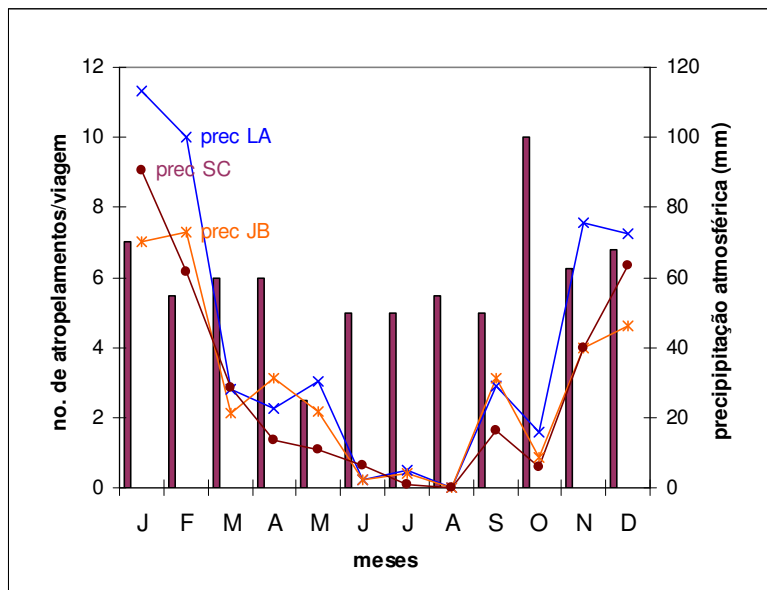


Figura 2: Média de aves atropeladas por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a precipitação média mensal, em milímetros, de cada um dos municípios de Jaboticabal (JB), Luis Antônio (LA) e São Carlos (SC).

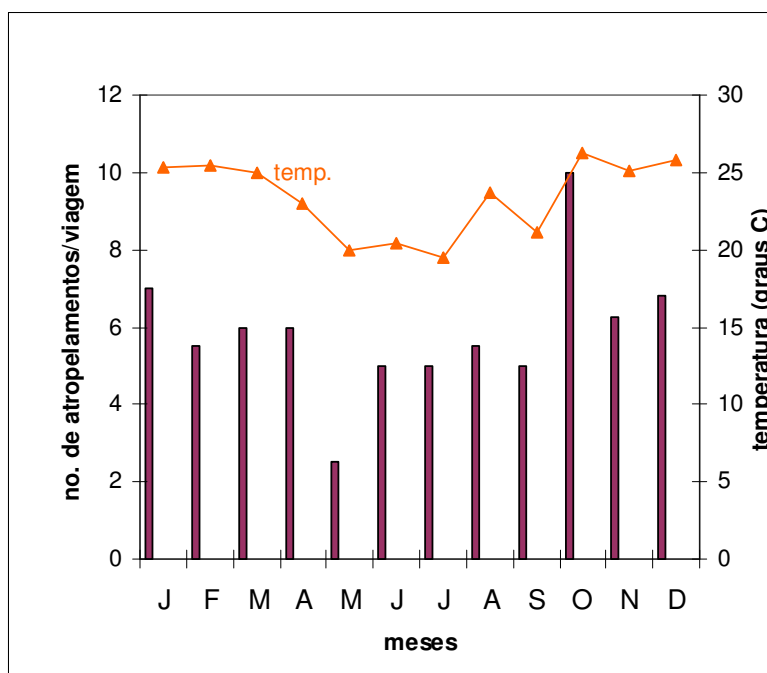


Figura 3: Média de aves atropeladas por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a temperatura média mensal, em Graus Celsius, dos municípios de Jaboticabal, Luis Antônio e São Carlos.

As taxas de atropelamento de mamíferos (Figuras 4 e 5) com algumas variações, mantêm correspondência com as variações de temperatura e precipitação médias. Observa-se uma menor quantidade de atropelamentos por viagem realizada nos meses de abril a setembro, quando temperatura e precipitação estão com valores mais baixos, à exceção de um pico de mortalidade em julho. Constata-se também uma maior mortalidade entre outubro e março, com picos nestes dois meses, e um mês de exceção, janeiro, com relativo baixo índice de ocorrências.

Os dados do DER-Jab (Tabela 7) mostram sazonalidade próxima, embora não idêntica, à apurada pela pesquisadora nas viagens de campo nas ocorrências com mamíferos: um período de menor ocorrência de maio a setembro e maiores ocorrências no restante do ano. Também o mês de julho traz uma alta relativa de registros. Dentro do período chuvoso o DER-Jab registrou um pico de atropelamentos do *taxon* em abril, não em março, como nos dados coletados nas viagens de campo, e uma relativa baixa mortalidade em janeiro e fevereiro, não somente em janeiro como nas observações da autora. RODRIGUES et al. (2002) não observaram padrão marcante na variação da taxa de atropelamento de mamíferos ao longo do ano, mas tiveram maior número de registros em outubro, novembro, abril e fevereiro e os menores índices entre junho e agosto.

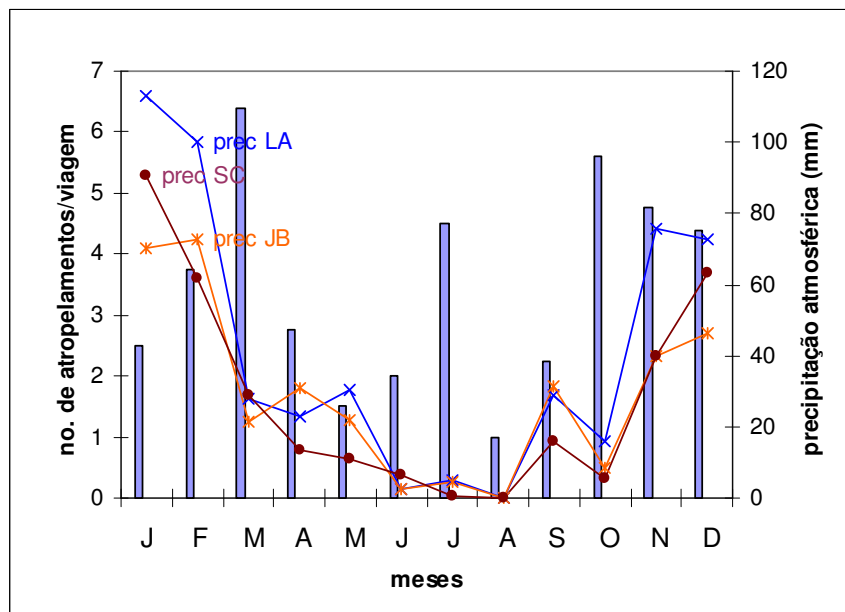


Figura 4: Média de mamíferos atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a precipitação média mensal, em milímetros, de cada um dos municípios de Jaboticabal (JB), Luis Antônio (LA) e São Carlos (SC).

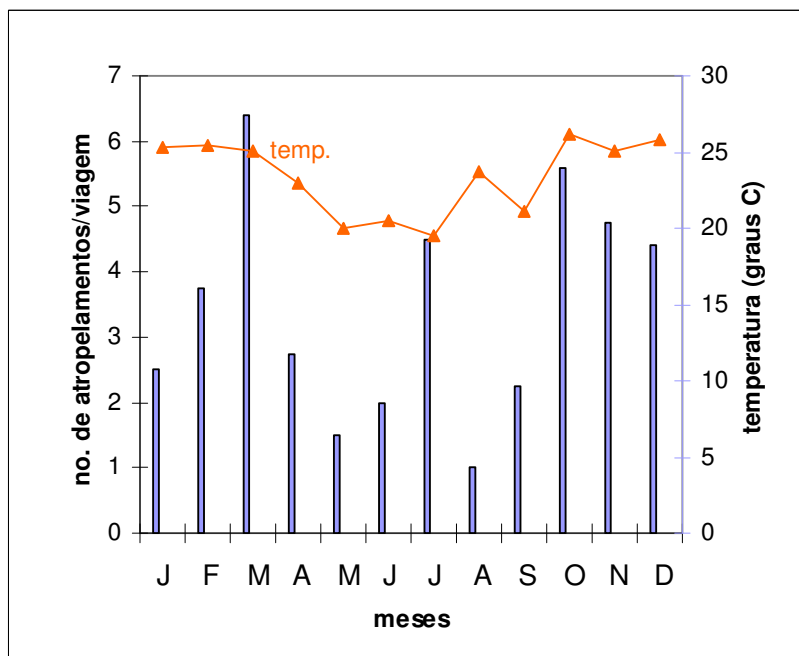


Figura 5: Média de mamíferos atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a temperatura média mensal, em Graus Celsius, dos municípios de Jaboticabal, Luis Antônio e São Carlos.

A espécie mais encontrada atropelada em todo o trabalho, *D. albiventris*, teve exemplares registrados ao longo de todo o ano nas viagens de campo, à exceção do mês de maio, com nenhum registro e de um maior número de apontamentos em outubro, março e julho, já mencionados. As ocorrências com *Dasyrodideos* mostraram uma sazonalidade definida: 1,63 ( $\pm 0,83$ ) indivíduos/viagem entre outubro e março e 0,29 ( $\pm 0,29$ ) indivíduos/viagem, de abril a setembro, com um pico de atropelamentos em dezembro, 3,00 indivíduos/viagem/mês, seguido de uma queda no índice em janeiro. Em duas das viagens, uma no final de fevereiro e outra no início de março foram flagrados dois indivíduos de *Euphractus sexcinctus* atropelados juntos. Em um caso foi possível identificar um como adulto e outro como juvenil e, no outro, apenas que havia uma fêmea adulta e o outro exemplar ficou sem identificação final.

A Ordem Carnívora apresentou uma relativa homogeneidade de registros de atropelamento ao longo do ano, à exceção de um pico em julho, composto basicamente por *Cerdocyon thous*. Esta espécie teve distribuição de ocorrências desigual ao longo do ano. Houve média de 0,51 ( $\pm 0,26$ ) indivíduos por viagem de fevereiro a julho e 0,08 ( $\pm 0,13$ ) de agosto a janeiro, com um índice expressivo (1,00 ind./viagem) em julho. Talvez o menor índice de atropelamento da espécie particularmente entre outubro e dezembro se deva à maior oferta de alimento da primavera/início de verão, possibilitando menor movimentação dos animais para forrageamento, mas fatores reprodutivos também podem estar envolvidos. CLEVINGER et al. (2003), em levantamento realizado no Canadá, encontraram maiores índices de atropelamento total nos

dois últimos meses de verão (julho e agosto no hemisfério norte), mas os mamíferos foram mais atropelados durante a primavera. Segundo os autores isso indica que atropelamentos deste grupo são largamente explicados pelas ocorrências de acasalamento e dispersão de juvenís. Segundo LYREN (2001), entretanto, a movimentação de mamíferos nas diferentes fases da reprodução ainda é tema controverso na literatura. Esta pesquisadora discute que alguns autores reportam a maior movimentação de animais na época de reprodução/dispersão de juvenis devido à busca por parceiros para acasalamento e à própria procura por territórios feita pelos jovens. Outros afirmam que a movimentação dos pais seria maior na época de gestação/cuidado parental de filhotes graças à busca por alimento para estes. Há a argumentação, entretanto, de que os adultos percorreriam mais vezes uma área menor dentro de sua área de vida e não maiores distâncias já que precisam manter-se próximos da cria (LYREN, 2001).

As taxas de atropelamento de répteis (Figuras 6 e 7) parecem acompanhar mais fielmente as variações climáticas. Entre os meses de seca, a taxa de répteis acidentados nas estradas somente não foi de zero devido a dois exemplares de *Eunectes murinus* juvenis encontrados atropelados juntos numa mesma data e local. Também os dados do DER-Jab (Tabela DER) trazem número menor de ocorrências entre maio e setembro e um pico evidente em dezembro.

Os dois picos ocorridos em março e dezembro coincidem com picos de variedade de espécies de répteis vitimados ressaltando-se que, em março, além das quatro espécies identificadas, foram registradas outras sete serpentes que não tiveram identificação concluída. Também em dezembro houve quatro espécies de répteis que ficaram com identificação apenas no nível de Classe. Dezembro foi um mês de altos índices de temperatura e precipitação. Já março, mês de maior registro de répteis atropelados, teve alta temperatura, mas moderada a baixa precipitação. Ainda em março, a espécie *Amphisbaena alba* teve metade de suas ocorrências anotadas, sendo a outra metade em abril, o que sugere uma correlação destas ocorrências com a história natural da espécie.



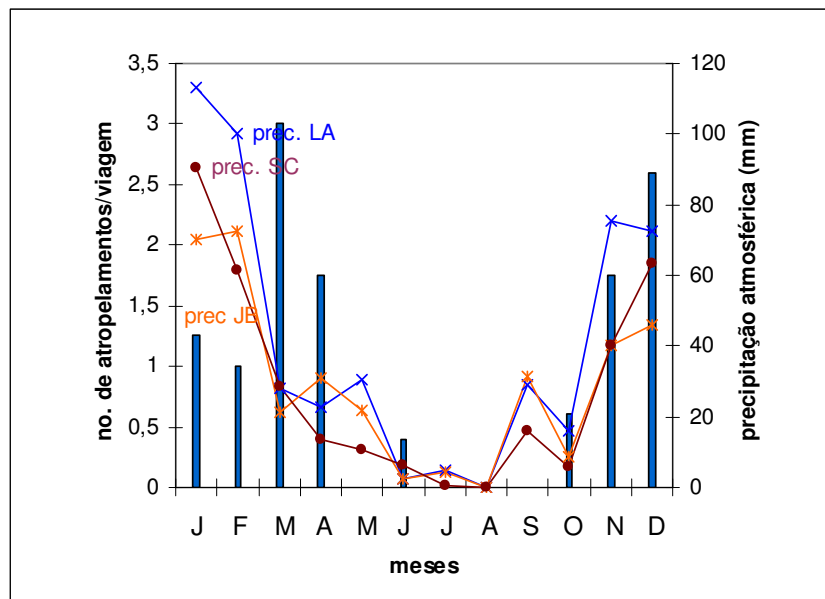


Figura 6: Média de répteis atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a precipitação média mensal, em milímetros, de cada um dos municípios de Jaboticabal (JB), Luis Antônio (LA) e São Carlos (SC).

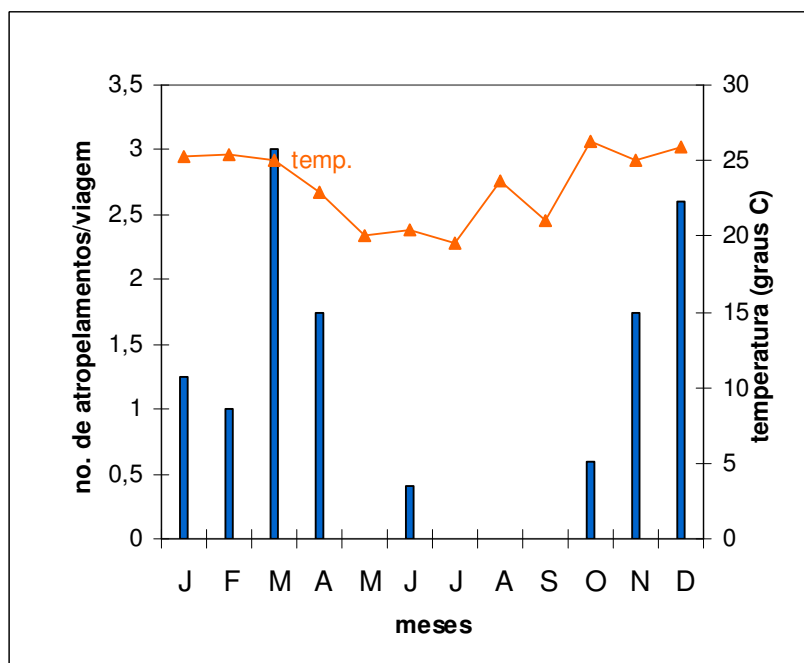


Figura 7: Média de répteis atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a temperatura média mensal, em Graus Celsius, dos municípios de Jaboticabal, Luis Antônio e São Carlos.

Embora o baixo número total de anfíbios encontrados (n=35), limite uma análise mais acurada, estes parecem ter índices de atropelamento bastante relacionados aos fatores climáticos (Figuras 8 e 9), com algumas diferenças em relação aos répteis. Nos meses de abril a agosto não houve nenhum registro de atropelamento de anfíbio e entre outubro e dezembro, foram observados 26 exemplares mortos nas rodovias, isto é, 74,29% do total. GOOSEM (1997) afirma que uma espécie de anfíbio encontrada em número expressivo em seu estudo era atraída para os locais de drenagem da estrada para realizar a desova, enquanto outras espécies o eram pelo filme de água que se forma na superfície das rodovias durante as chuvas. O *Bufo ictericus*, espécie de anfíbio mais registrada no presente trabalho, também realiza migração para reprodução quando se inicia o período das chuvas, o que pode levar esses animais às estradas por causa das poças no asfalto.

Especialmente o grande pico de atropelamento no mês de novembro pode estar relacionado ao fato de estar chovendo em dois dos quatro dias de viagens amostrais realizadas no mês. Na semana que antecedeu o dia 26 de novembro, dia de expressivo número de anfíbios anotados, as taxas de precipitação nas três cidades amostradas foram bastante elevadas, havendo, no dia da coleta, anotações de campo relatando chuva na estrada e paisagem nublada. Pode ter ocorrido nestas ocasiões a detecção de animais recém-mortos, ainda não triturados por sucessivas passagens de automóveis, já que a baixa durabilidade das carcaças é um fator importante a ser considerado no estudo de atropelamento de anfíbios.

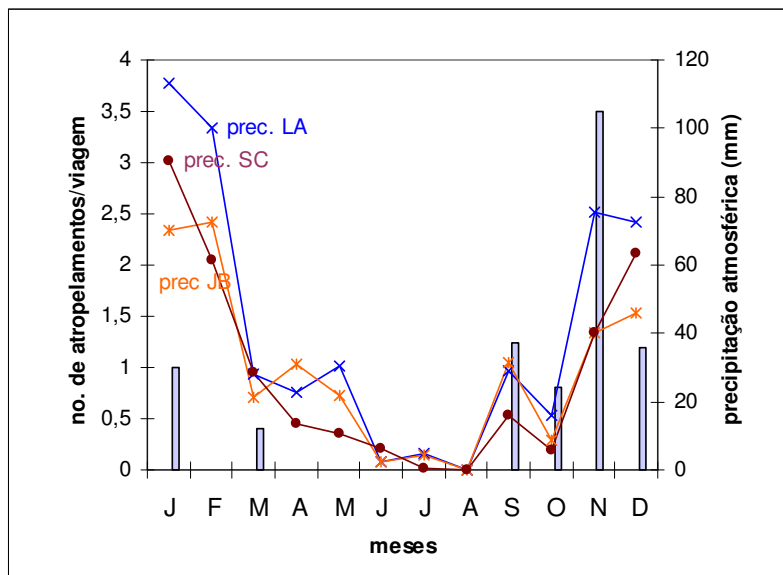


Figura 8: Média de anfíbios atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a precipitação média mensal, em milímetros, de cada um dos municípios de Jaboticabal (JB), Luis Antônio (LA) e São Carlos (SC).

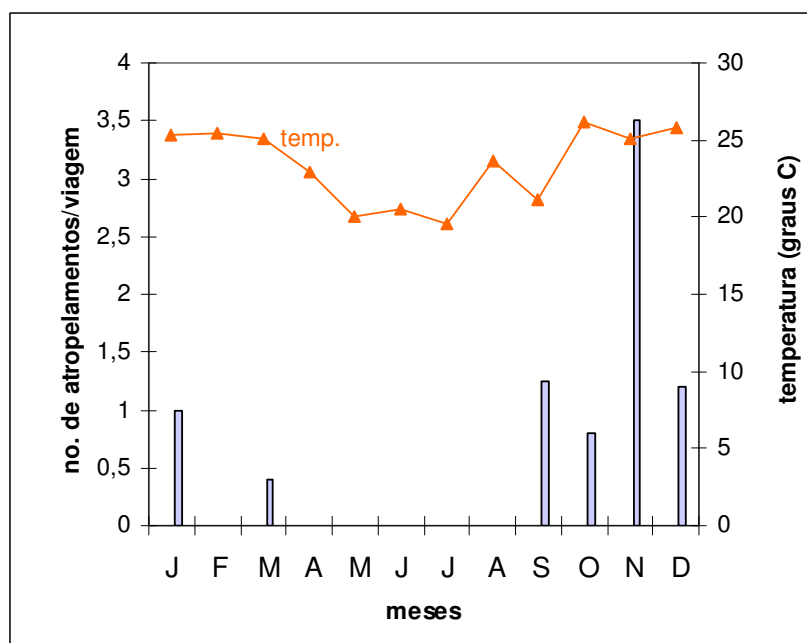


Figura 9: Média de anfíbios atropelados por viagem de campo, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003 e a temperatura média mensal, em Graus Celsius, dos municípios de Jaboticabal, Luis Antônio e São Carlos.

### **4.3.3- Volume Diário Médio (VDM) de veículos por quilômetro das rodovias**

As médias anuais do VDM/km foram muito diferentes em cada rodovia<sup>3</sup>. A comparação destas médias com as respectivas taxas de atropelamento apuradas nas viagens de campo não é válida, entretanto, uma vez que cada rodovia teve diferentes regimes de retirada de carcaças pelas instituições responsáveis. Partiu-se somente então para a análise das variações dos VDM/km e dos índices de atropelamento de cada rodovia ao longo do tempo.

O VDM/km de cada uma das rodovias se manteve aproximadamente constante ao longo do ano de estudo, com alguns meses de exceção. Nas rodovias SP215 e SP330 houve um pico de trânsito de veículos no mês de setembro (Figuras 10 e 11), enquanto que na SP318 houve um índice mais elevado em novembro (Figura 12). Na SP255 não houve nenhuma variação digna de nota no VDM/km ao longo dos meses (Figura 13). Não foram observadas variações nas taxas de atropelamento coincidentes com as elevações de VDM/km.

Este resultado não vem ao encontro do reportado na literatura científica internacional que credita, à variação no volume de tráfego, grande influência no impacto das rodovias à fauna silvestre, inclusive apontando variados efeitos em cada uma das Classes (GOOSEM, 1997; TROMBULAK & FRISSEL, 1999; NOSS, 2001).

---

<sup>3</sup> Ver estes dados na descrição das rodovias no item materiais e métodos desta dissertação.

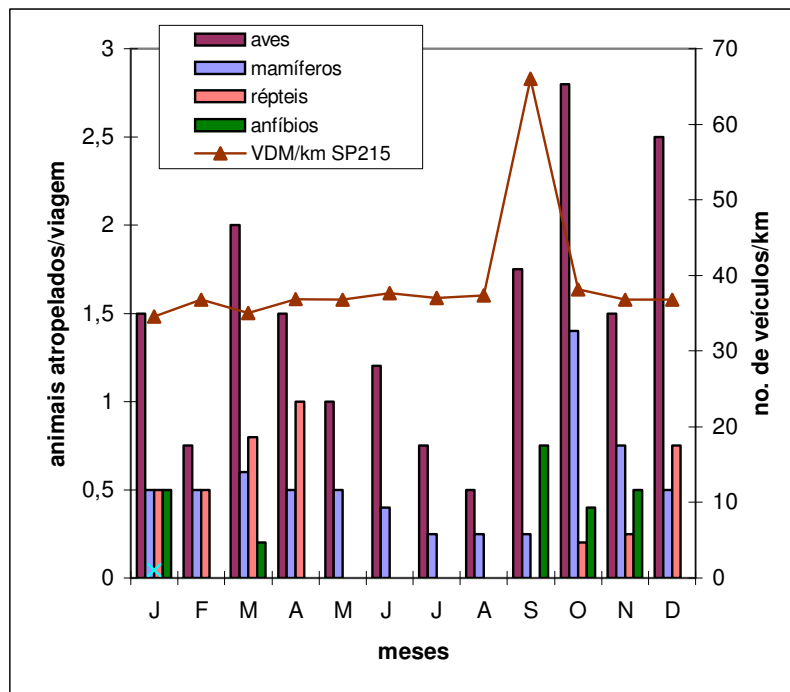


Figura 10: Média de animais atropelados por viagem de campo na SP 215 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

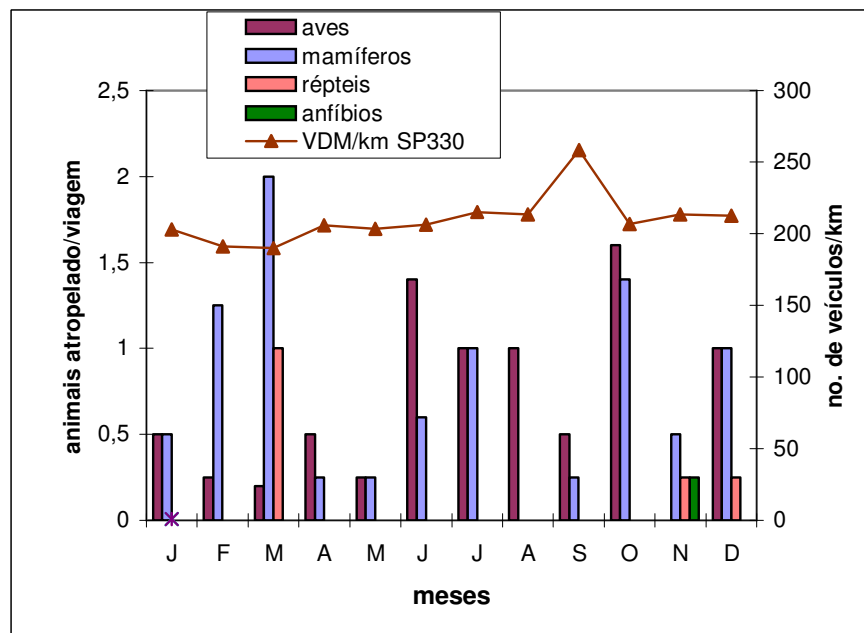


Figura 11: Média de animais atropelados por viagem de campo na SP330 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

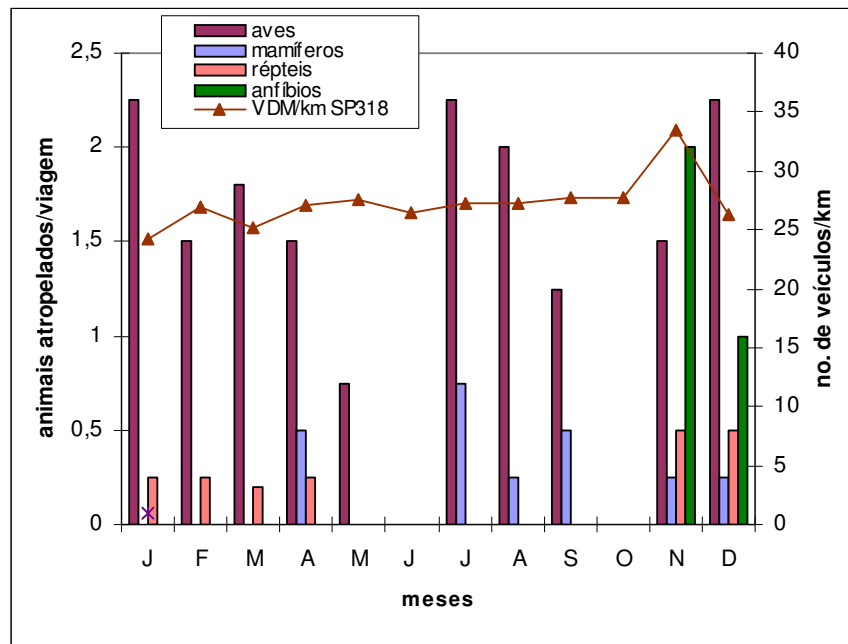


Figura 12: Média de animais atropelados por viagem de campo na SP318 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

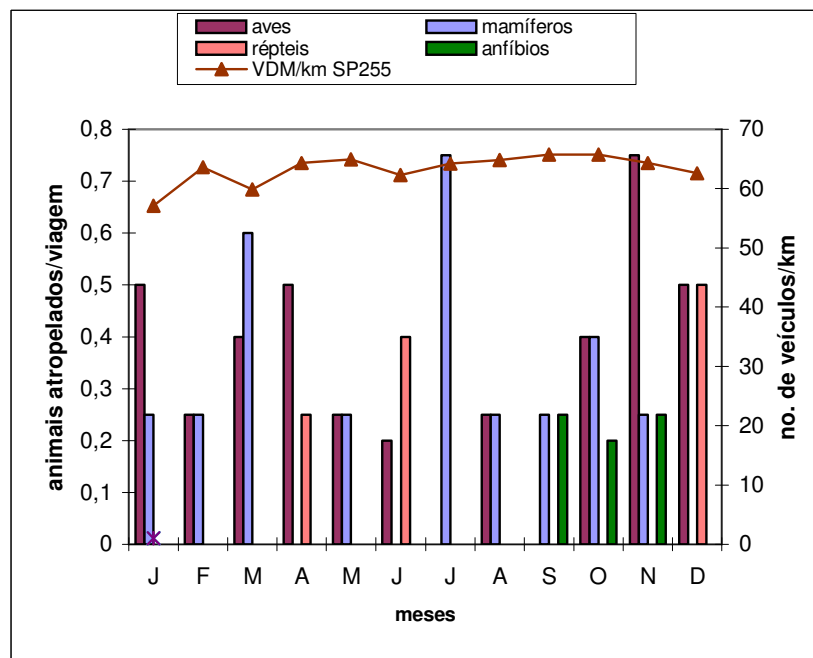


Figura 13: Média de animais atropelados por viagem de campo na SP 255 e Volume Diário Médio de veículos por quilômetro (VDM/km), no período de um ano entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

#### 4.3.4- Resumo da variação temporal

Na Figura 14 é apresentado um diagrama em que estão referidos os índices de atropelamento de diferentes *taxa* ao longo do ano, os meses do ano, as estações climáticas e os picos de VDM/km ocorridos. Os índices de atropelamento estão representados em uma graduação de cores entre o vermelho e o verde seguindo o seguinte critério: taxas de atropelamento/viagem realizada, contidas no intervalo da média  $\pm$  desvio-padrão, foram representadas pela cor alaranjada. Valores superiores a este intervalo, em cada Classe, receberam a cor vermelha e, os inferiores, a cor amarela. A cor verde foi atribuída aos valores nulos.

A análise do diagrama mostra, de forma geral, uma menor taxa de atropelamentos nos meses secos e frios. No entanto existem variações entre as Classes, pois março correspondeu a um pico de atropelamentos de mamíferos e répteis, mas não de aves e anfíbios. Para répteis e anfíbios, novembro e dezembro mostraram-se, também, com taxas elevadas de ocorrências. Quando se observa no nível de família ou espécie, um número ainda maior de variações pode ser detectado. Apesar de julho não ser um mês com taxa de atropelamento de mamíferos, superior à média da Classe+desvio-padrão, este mês teve picos de acidentes de *D. albiventris* e *C. thous*. A mesma situação pode ser exemplificada com Dasypodidae nos meses de novembro e dezembro. Entre as aves, *Z. auriculata* e *A. cunicularia* apresentaram taxas opostas de atropelamento em janeiro, quando se verificou um pico de registros para a última e ausência deles, para a primeira.

Meses do Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Estações climáticas	chuvosa e quente			seca e fria						chuvosa e quente		
Picos de VDM/km									X		X	
total de atropelamentos												
aves atropeladas												
mamíferos atropelados												
répteis atropelados												
anfíbios atropelados												
<i>Z. auriculata</i>												
<i>A. cunicularia</i>												
Dasypodidae												
<i>D. albiventris</i>												
<i>C. thous</i>												

Figura 14: Representação das taxas de atropelamento por viagem realizada, de alguns grupos animais, meses do ano, estações climáticas e picos de Volume Diário Médio de Veículos por quilômetro, estes últimos sinalizados por um "X". Dentro de cada grupo animal a cor verde significa nenhum atropelamento registrado; a cor amarela, taxa inferior à média (-) desvio-padrão; cor alaranjada, taxa contida dentro do intervalo da média ( $\pm$ ) desvio-padrão; a cor vermelha, taxa superior à média (+) desvio-padrão.

Com base nestes dados é possível inferir que a dinâmica temporal de atropelamentos é particular para cada espécie, dependendo de sua história natural. Apoiam esta linha de pensamento, as conclusões referidas por CLEVENGER et al. (2003), autores que encontraram padrões sazonais relacionados aos atropelamentos de pequenos vertebrados, consistentes com a história natural das espécies em questão.

Como já comentado anteriormente, os picos de volume de tráfego aparentemente não provocaram mudanças nas taxas de atropelamento.



#### **4.4- Distribuição espacial dos atropelamentos e análise de fatores envolvidos**

Para análise da distribuição espacial das ocorrências de atropelamentos foram utilizados também os dados fornecidos por outras fontes de informação. Ainda foram considerados os registros extras das duas Onças-pardas (*Puma concolor*) atropeladas logo antes e logo após o período deste estudo. Estes animais foram classificados quanto à prioridade para conservação, na categoria 1.

Em todas as apreciações sobre os padrões de disposição espacial é preciso ponderar que os esforços amostrais foram diferentes em cada rodovia e mesmo em diferentes trechos das rodovias, devido às instituições que nelas operam.

##### **4.4.1- Altura da vegetação na zona de refúgio**

A vegetação na zona de refúgio das rodovias tende a ter crescimento rápido devido à intensa iluminação e ampla irrigação proveniente da drenagem da pista. Ela precisa ser intensamente manejada para que se mantenha em estágio inicial de regeneração. Nesta análise da altura da vegetação logo após o acostamento ou logo após a pista, quando o acostamento não exista, é preciso considerar que esta condição não é uma variável isolada. Primeiramente deve-se levar em conta que ela está associada a diversas variáveis, relativas ao correspondente trecho de rodovia, tais sejam: número de pistas, velocidade média desenvolvida pelos veículos, volume médio de veículos e condições de manutenção do asfalto, entre outras. Além disso, não foi possível ter os dados das proporções em que cada altura de

vegetação estava presente no total do percurso. Mesmo porque esta proporção variou ao longo do ano dependendo das atividades de manutenção das rodovias e regime de chuvas. Todavia, pode-se afirmar pela observação nas viagens de campo que grande parte do percurso foi mantido com a vegetação bem baixa, com menos de um palmo de altura, notadamente nas rodovias SP330, SP310, SP255, SP318 e parte da SP215. Desta forma, a maior porcentagem de 'Terra/vegetação herbácea' presente nas rodovias pode ter sido determinante para a maior porcentagem de atropelamento detectada, observada na Tabela 8, não significando que esta altura de vegetação favoreça os atropelamentos.

Tabela 8: Porcentagem de atropelamentos encontrados nas viagens de campo, por Classe animal segundo a altura da vegetação na área de refúgio da rodovia, no local da ocorrência.

	Porcentagem de atropelamentos (%)			
	Aves (n=289)	Mamíferos (n=174)	Répteis (n=48)	Anfíbios (n=33)
Terra/vegetação herbácea	84,78	67,24	64,58	93,94
Vegetação com até 1m de altura	13,15	29,31	31,25	6,06
Vegetação com acima de 1m de altura	2,08	3,45	4,17	0,00

A vegetação acima de 1m de altura na área de refúgio foi condição raramente observada durante o percurso. Tratava-se de cana-de-açúcar e, mais raramente, árvores. Isso naturalmente se refletiu na baixa observação de animais mortos neste tipo de condição.

Aproximadamente 30% dos atropelamentos de mamíferos e répteis ocorreram na presença de vegetação com altura entre um palmo e 1m de altura. Considerando, mais uma vez, que a grande maioria do percurso tinha “terra/vegetação herbácea” parece haver algum favorecimento de atropelamento de animais destas Classes, relativamente a aves e anfíbios, em rodovias nesta condição.

Não foi possível analisar separadamente os atropelamentos somente das espécies prioritárias para conservação em relação à altura da vegetação contígua ao acostamento, pois esta variável não foi anotada pelas “outras fontes de informação”.

#### **4.4.2- Análise da variação das taxas de atropelamentos por quilômetro de cada uma das rodovias**

Os atropelamentos por quilômetro nas diferentes rodovias estão ilustrados nas Figuras 15 a 17. A SP310 não foi considerada por ter tido um trecho muito curto analisado, de apenas 7,6km. Além disso, nela foi identificado, dentre os animais prioritários à conservação, apenas um sabiá-laranjeira. Este aparentemente foi proveniente de cativeiro já que o ambiente do entorno onde foi encontrado era totalmente inadequado à sua sobrevivência.

Ao considerar todas as espécies vitimadas (Figura15), observa-se que a SP253 teve o maior índice de atropelamentos/km de animais no total, de mamíferos e de répteis. No entanto é preciso lembrar que esta rodovia é inspecionada pelo DER-Jab que trouxe 105 dados dos 150 totais fornecidos

pelas “outras fontes de informação”. Já a SP318 teve o maior índice de atropelamento de aves/km e, a SP215, a segunda maior taxa de aves e de répteis, enquanto a SP330 teve o segundo maior índice de mortalidade de mamíferos. Analisando somente os dados oriundos das viagens de campo (Figura 16), a SP318 se destaca com o maior índice no total de animais e se mantém como a de maior índice de atropelamento de aves. As SP253 e SP330 têm índices muito próximos, os dois maiores no grupo dos mamíferos.

Ao avaliar a mortalidade apenas das espécies consideradas prioritárias para conservação na região, classificadas como 1 e 2 (Figura 17), vê-se que a SP255 passa a ter maior importância. Esta rodovia teve o maior índice de ocorrências no total e em cada uma das Classes animais. Já a SP253 e a SP330 mantêm taxas elevadas de mortalidade de mamíferos de espécies prioritárias à conservação enquanto a SP215 e a SP318 mostram-se com taxas reduzidas. Este quadro é confirmado e melhor visualizado no tópico a seguir, nas figuras geradas no SIG MAPINFO.

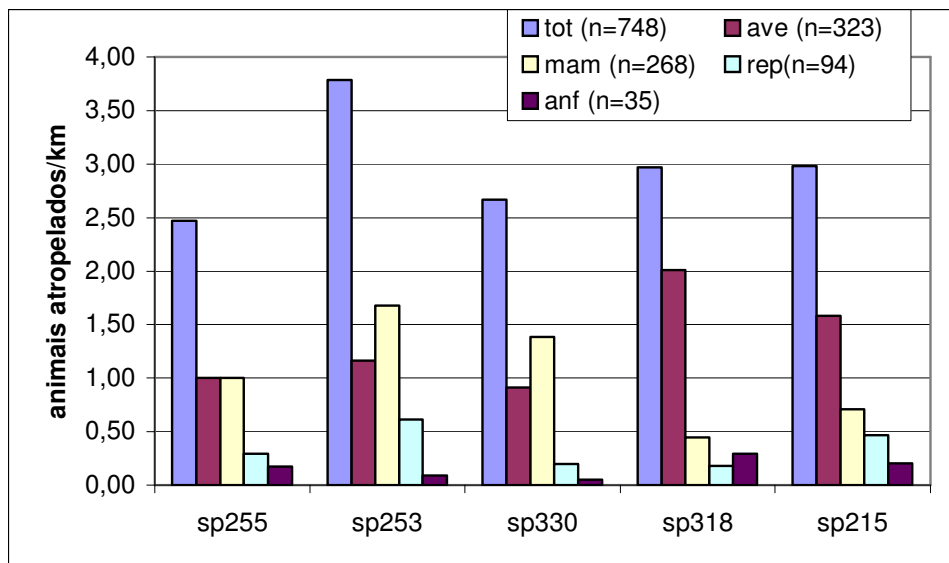


Figura 15: Atropelamentos por quilômetro de rodovia, segundo a Classe animal. Dados das viagens de campo e de outras fontes de informação.

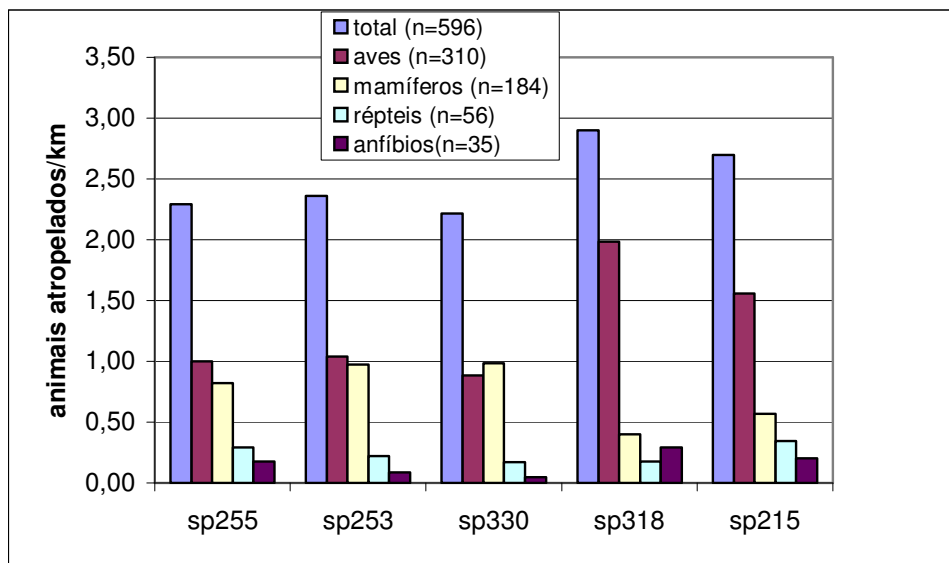


Figura 16: Atropelamentos por quilômetro de rodovia, segundo a Classe animal. Dados das viagens de campo.

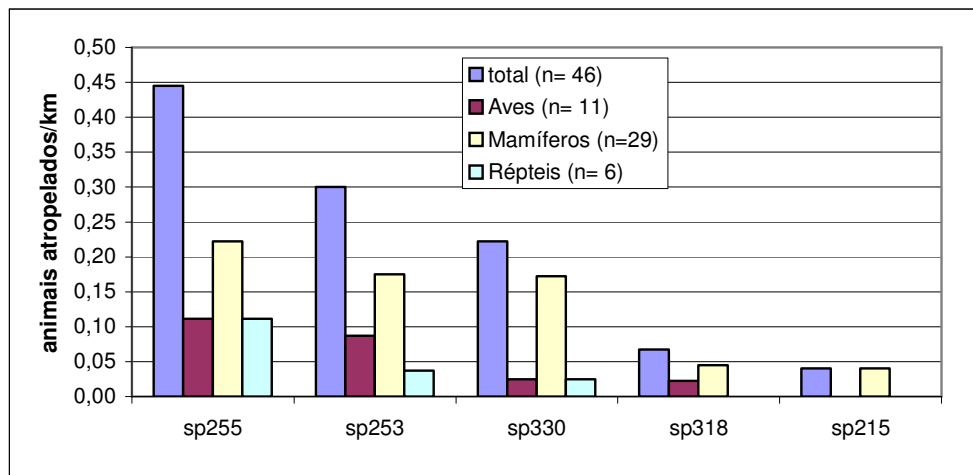


Figura 17: Atropelamento dos animais prioritários para conservação na região do estudo (categorias 1 e 2), por quilômetro de rodovia. Dados das viagens de campo e de outras fontes de informação.

#### **4.4.3- Análise através do Sistema de Informações Geográficas**

Uma série de mapas e croquis foram gerados a partir da sobreposição de PI no SIG MAPINFO. Como todos tratam da mesma área (ver Figura 1), em alguns foi omitida a identificação de certos itens, já referenciados em Figuras anteriores, para evitar dificuldade de visualização por excesso de informação.

A Figura 18 mostra a distribuição de todos os animais encontrados atropelados e a representação da distribuição de atropelamento de cada Classe (aves, mamíferos, répteis e anfíbios). Nota-se que houve atropelamentos em praticamente todo o percurso. Há um vazio de registros na SP330 aproximadamente entre os quilômetros 256 e 261, trecho de 5km de extensão, e na SP255, entre os quilômetros 33,2 e 36,00, um segmento de 2,8km. Na SP330, entre os km 254,8 e 258,2 margeando a pista Sul, há o PEV, e, ao lado da pista Norte, extensa plantação de cana-de-açúcar. A partir do km259, seguindo até o km263 há contínua plantação de Eucalipto de grande altura (Figura 19) em ambas as margens da rodovia. Na SP255, do km34 ao 41 também há presença contínua de Eucalipto de grande altura dos dois lados da pista (Figura 20), formando paisagem bem diferente da tipicamente vista nesta estrada (Figura 21). As plantações de Eucalipto certamente não são freqüentadas pela fauna local com a mesma intensidade com que o habitat das mesmas é, mas como os segmentos de eucalipto não coincidem exatamente com os trechos sem atropelamento, não parecem ser determinantes para sua ocorrência. Podem, entretanto, fazer parte de um conjunto de fatores. MANTOVANI (2001), ao monitorar onça-parda rádio aparelhada observou com

freqüência localizações do animal em margens opostas da SP330 nesta área próxima ao seu entroncamento com a SP253. Examinou este trecho da rodovia, cuja localização exata não é dada, e encontrou nove grandes passagens subterrâneas em um trecho de 6,5km. Uma delas, o próprio trevo de acesso ao município de São Simão, três passagens de carro e gado, duas passagens para gado exclusivamente e três pontos de drenagem. Embora a autora da presente dissertação tenha tentado conseguir informações sobre todo tipo de passagem sob as rodovias aqui enfocadas, isto não foi possível, pois as instituições responsáveis não têm este levantamento. Cabe lembrar que, próximo a este trecho, no km 264,5 da SP330, morreu uma onça-parda atropelada em dezembro de 2003. Embora não possa ser esquecida a existência desta mesma atividade de silvicultura em parte do trecho sem atropelamentos na SP255, as largas passagens sob a SP330 podem ter maior influencia na taxa de atropelamentos no referido trecho do que o “paredão” de eucaliptos presente.

Estas ponderações orientam para a necessidade de estudos que considerem todos os detalhes possivelmente envolvidos quando se trata de atropelamento de fauna. Isto para que conclusões precipitadas não levem a erros de diagnóstico sobre a dinâmica dos atropelamentos em determinada área e, conseqüentemente, à adoção de medidas mitigatórias equivocadas.

As aves tiveram grande ocorrência ao longo de todo o percurso (Figura 18), aparentemente com maior intensidade de registros ao longo da SP318 e próximo aos municípios de São Carlos e Porto Ferreira.



Os mamíferos tiveram grande volume de registros entre Jaboticabal e o rio Mogi-Guaçu, mas é preciso considerar que este trecho é inspecionado pelo DER-Jab, como já comentado. Ainda na SP253 houve índice elevado de atropelamento de mamíferos próximo ao entroncamento com a SP255. Não é possível precisar o volume de tráfego apenas no trecho referido, mas presume-se que seja maior que no resto da rodovia. Também foi expressivo o número de registros do *taxon* aproximadamente entre Porto Ferreira e o quilômetro 245,00 da SP330. Os acidentes com mamíferos foram menos freqüentes ao longo da SP318 e SP215, e no trecho mais ao norte da SP330.

Os répteis tiveram distribuição aparentemente dispersa ao longo do percurso, à exceção de uma relativa concentração de ocorrências na SP215. O grande número de registros na SP253 entre o município de Jaboticabal e o cruzamento com o rio Mogi-Guaçu teve grande participação do DER-Jab.

Os anfíbios tiveram baixo número total de registros, o que limita a possibilidade de análise. Nota-se, no entanto, que há alguns pontos de aglomerados de ocorrências. Os cinco registros no aglomerado na SP318 próximo a São Carlos foram todos feitos no mesmo dia 26 de novembro, evidenciando tratar-se de uma mesma população. Alguns autores inclusive tratam este tipo de dado como um mesmo e único registro de atropelamento, por exemplo CLEVINGER et al. (2003). Aparentemente também houve menor número de ocorrências com anfíbios na SP330, com somente um registro próximo ao Rio Mogi-Guaçu, do que nas demais. O fato desta ser uma rodovia

de mão dupla, com trechos com seis faixas de rolagem e canteiro central, pode ter influenciado nestes resultados. A SP255, entretanto, também é praticamente toda constituída de mão dupla e não teve um índice tão baixo de acidentes com anfíbios. No caso, o volume de tráfego, muito maior na SP330, pode ter sido um fator a contribuir para o resultado apurado. Em seu trabalho no hemisfério Norte, GOOSEM (1997) teve como resultado uma correlação significativa e negativa entre aumento do volume de tráfego e atropelamento de anfíbios e répteis. Aquela autora considera que estes grupos evitam as rodovias com grande tráfego devido à perturbação causada pelo barulho, vibrações, iluminação de faróis e número de veículos. A autora da presente dissertação aventa que a rápida destruição de detecção das carcaças destes animais em rodovias com maior tráfego também pode explicar ter influenciado o resultado daquele trabalho. No presente estudo, como já comentado, a variação no volume de tráfego em uma mesma rodovia não alterou as taxas de atropelamento.

Na Figura 22 são representados os locais de atropelamento das espécies de aves mais freqüentemente registradas. Foi menor o número de ocorrências destas espécies em quase toda a SP330 e parte da SP215 e parte da SP253. A ocorrência foi maior ao longo da SP318 e, na SP215, próximo a São Carlos. O fato destas espécies serem bastante tolerantes ao meio antrópico pode explicar o número de registros próximo a São Carlos, cuja zona urbana é relativamente grande. Não foram evidenciadas diferenças de posicionamento entre ocorrências de pombas e corujas-buraqueiras.

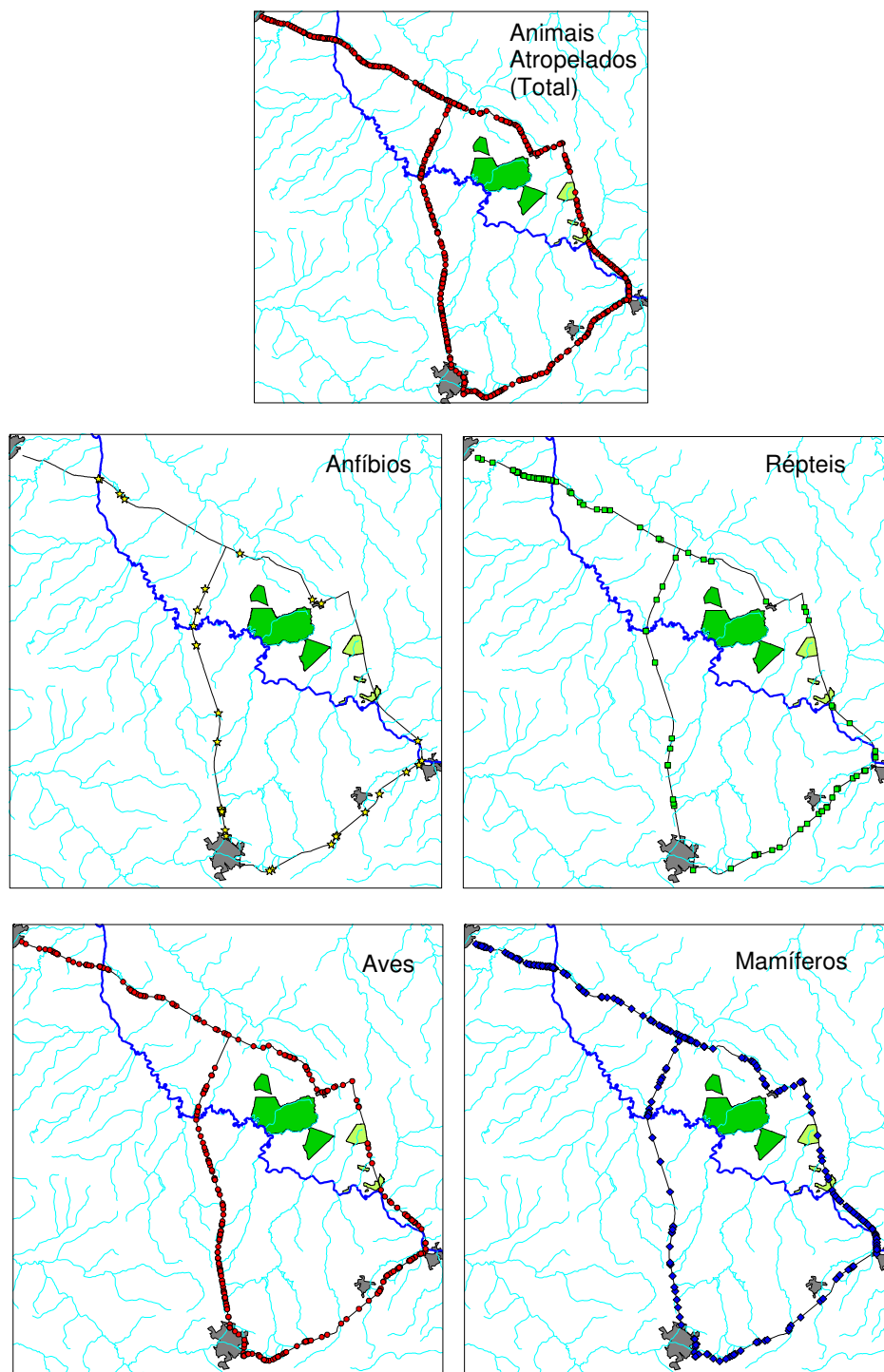


Figura 18: Representação dos pontos de atropelamento dos animais segundo a Classe, no percurso estudado. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.



Figura 19: Vista da pista Norte da SP330 na altura do km 261, com a presença de plantação de Eucaliptos com grande estatura.



Figura 20: Vista da pista Sul da SP255 na altura do km 35, com a presença de plantação de Eucaliptos com grande estatura.



Figura 21: Vista da pista Sul da SP255 na altura do km 32, com o aspecto típico da rodovia de pista dupla, com canteiro central e vegetação herbácea podada na área de refúgio.

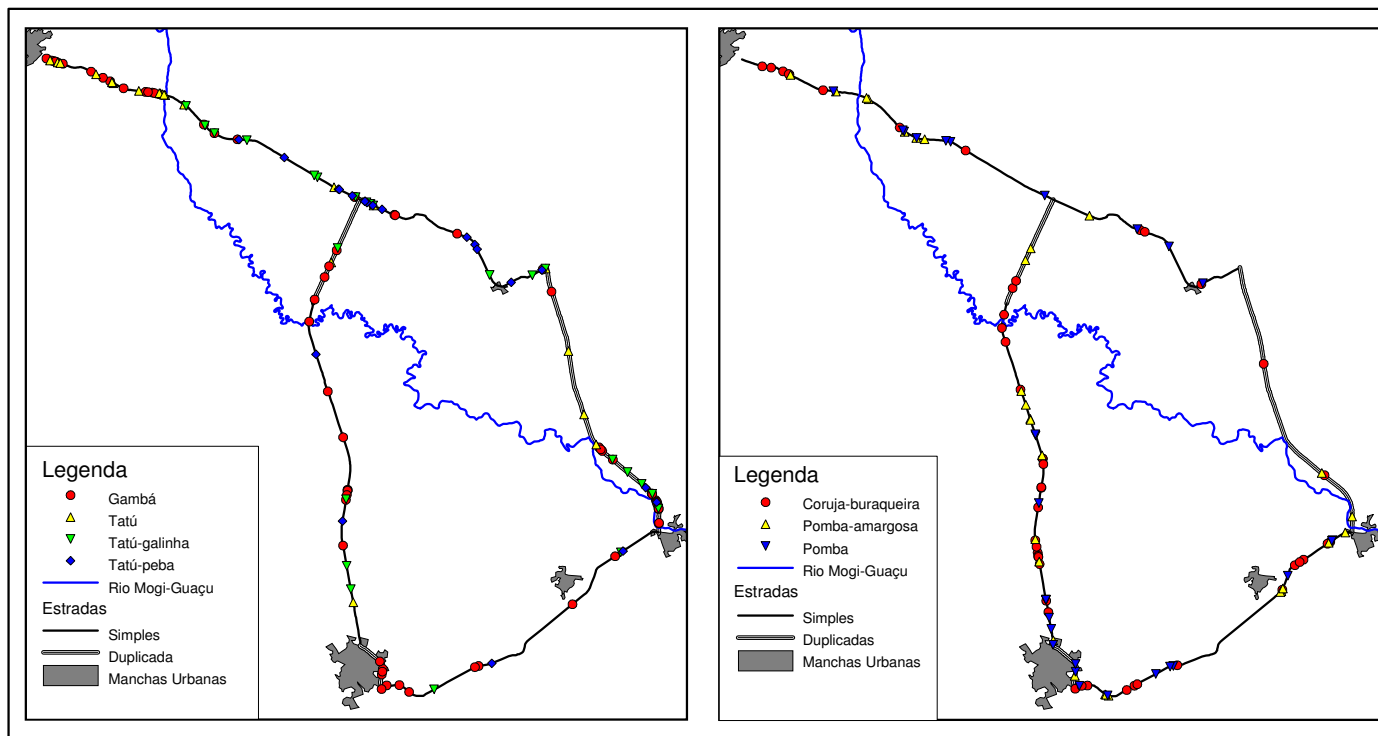


Figura 22: Representação dos pontos de atropelamento dos grupos de mamíferos e de aves mais registrados atropelados no percurso estudado, nas viagens de campo e por outras fontes de informação.

Para os mamíferos mais comumente atropelados a distribuição espacial das ocorrências foi semelhante, com relativo menor registro de carcaças na SP330. Examinando-se as ocorrências com gambás, vê-se que os há em grande número próximo ao município de São Carlos, o que faz sentido ponderando-se a sinantropia da espécie e o tamanho da zona urbana. Já a região do entroncamento da SP253 com a SP255 teve concentração de ocorrências de *Dasypodideos* vitimados.

As espécies de aves consideradas no presente trabalho como prioritárias para esforços de conservação, ou seja, as de categorias de prioridade 1 e 2 (Tabela 1) foram destacadas na Figura 23. O pequeno número de indivíduos impossibilita maiores considerações, mas vê-se que, à exceção do exemplar de sabiá-laranjeira, todos os outros indivíduos foram encontrados na parte mais ao norte do percurso, ao norte do rio Mogi-Guaçu ou perto dele, área que concentra as UCs da região.

Também as espécies da Ordem Carnívora apresentaram maior concentração de atropelamentos nesta área (Figura 24). Há um aglomerado de registros no cruzamento do rio Mogi-Guaçu com a SP253. Nota-se, também, grande concentração de registros de cachorros-do-mato nesta mesma rodovia, principalmente próximo ao entroncamento com a SP255. O provável maior volume de tráfego neste trecho, já comentado, pode ter levado ao maior número de acidentes com este canídeo relativamente abundante na região.

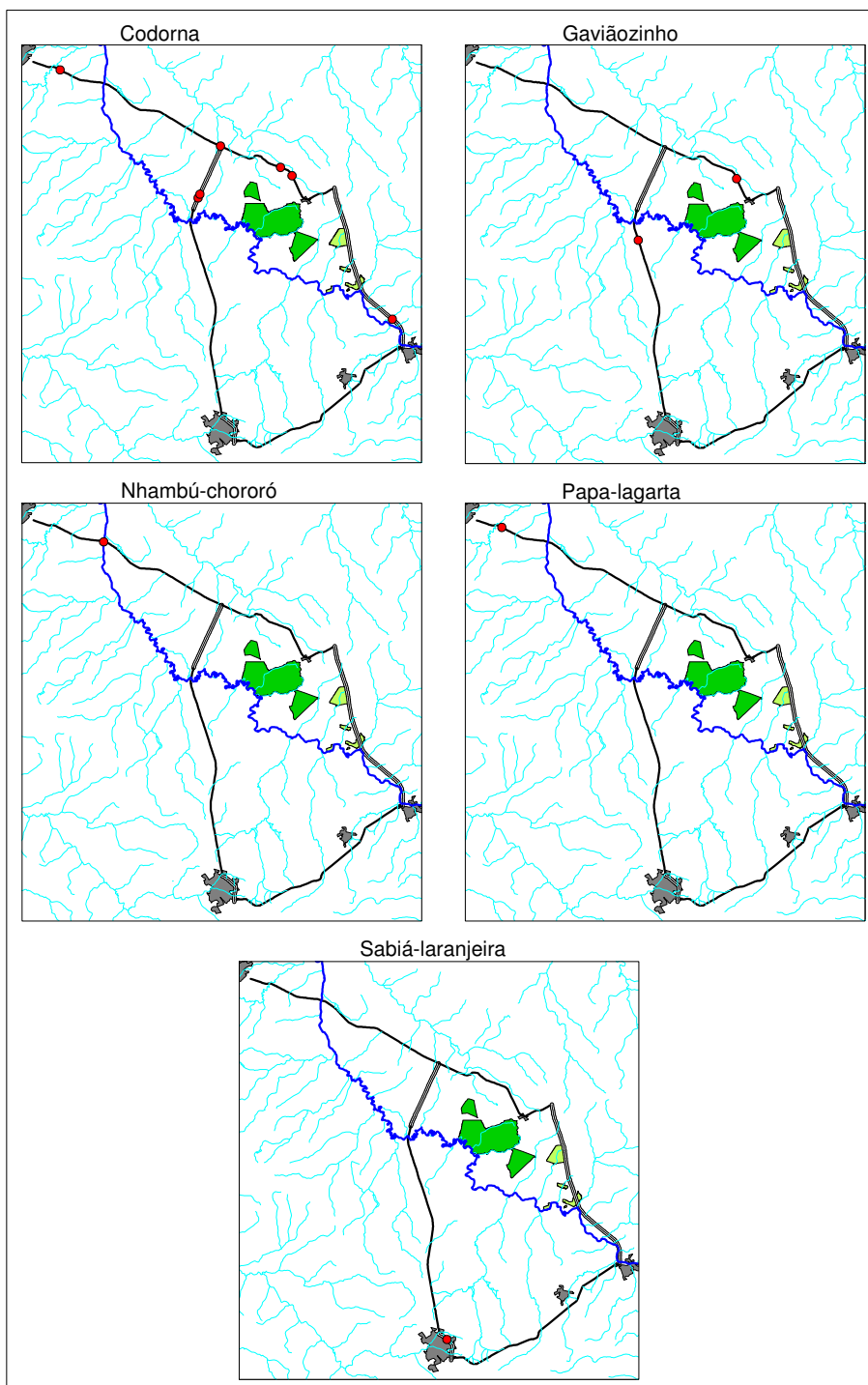


Figura 23: Representação dos pontos de atropelamento das aves de categoria 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.



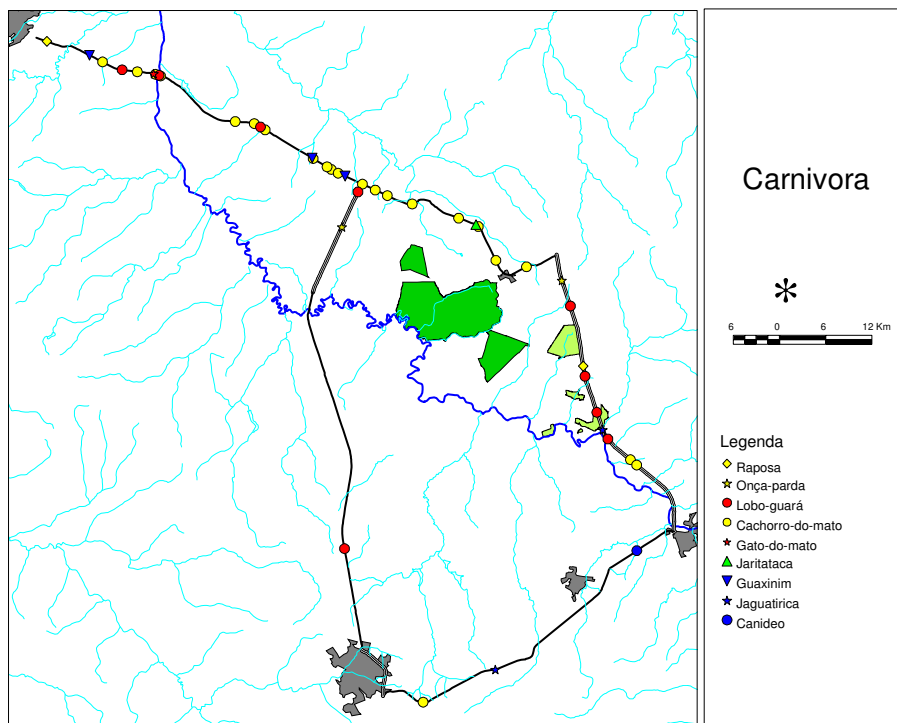


Figura 24: Representação dos pontos de atropelamento dos mamíferos da Ordem Carnivora Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.

Na Figura 25 são representados os pontos de atropelamento das espécies de mamíferos prioritárias para conservação na região. Observa-se mais uma vez nesta análise de distribuição espacial das ocorrências que, à exceção de um lobo-guará, uma jaguatirica e um veado, todos os demais espécimes deste grupo foram vitimados na região ao norte do rio Mogi-Guaçu. Evidenciando, também, uma associação dos atropelamentos com a proximidade de água, um veado, três cuícas, um bugio, um gato-do-mato, uma jaguatirica, todos os tamanduás e quatro lobos-guará, foram vitimados nos locais de cruzamento das rodovias com o rio Mogi-Guaçu, com rios menores da região ou muito próximo destes cursos d'água.

A análise da distribuição do número total de registros de atropelamento ou de grupos taxonômicos muito gerais, pode ocasionar dificuldade em se identificar áreas prioritárias para mais estudos ou mesmo para intervenções mitigatórias. Esta dificuldade se deve à grande presença de espécies geralmente mais abundantes na região, como pode ser visto na Figura 26. Esta traz a localização dos registros de atropelamento apresentados por grupo de prioridade para conservação. Percebe-se que os atropelamentos de espécies incluídas nas categorias 4 e 5 são bastante numerosos e dispersos ao longo do percurso todo, dificultando a identificação das regiões mais prioritárias. Os atropelamentos das categorias 1 e 2, como pode ser observado na Figura, localizam-se mais ao Norte do Rio Mogi-Guaçu e mais próximos das UCs.

Esta Figura mostra também os locais onde foram encontradas atropeladas as espécies introduzidas (categoria de prioridade 6). Elas

ocorreram em pontos extremos de todo o trajeto o que infelizmente demonstra, pelo menos para o caso da lebre européia (com uma localização em São Carlos e duas próximas a Jaboticabal) a grande dispersão já ocorrida na região.

Na Figura 27 está representada uma área que abrange 10km de distância da área de entorno das UCs contidas no percurso estudado. Esta engloba 76,20km de todo o percurso das rodovias considerado no presente estudo (32% dos 239,24km totais). Neste segmento foram registrados 14 dos 27 animais de prioridade 1 para conservação, ou seja, 51,85% dos animais mais prioritários morreram em 32% do percurso.

Em complemento à Figura anteriormente comentada, a Figura 28 apresenta a área que está contida em 5km de entorno do rio Mogi-Guaçu. Ela compreende 51,79km, ou 21,65% do percurso experimental. Nela foram registrados 11 animais da categoria 1 e 09 animais da categoria 2 de prioridade para conservação, ou seja, respectivamente 40,74% e 45% destes animais. Desta forma, 43% dos animais classificados com prioridade 1 e 2 morreram em apenas 21,65% do percurso, em pontos que distaram em no máximo 5km do rio Mogi-Guaçu.

Unindo-se as duas áreas – 10km do entorno das UCs da região e 5km do entorno do rio Mogi-Guaçu – tem-se os registros de 33 dos 47 animais prioridade 1 e 2 atropelados. Isto significa que 70,21% dos animais prioritários pereceram em 47%, ou 111,72km do trajeto total estudado (239,24km).

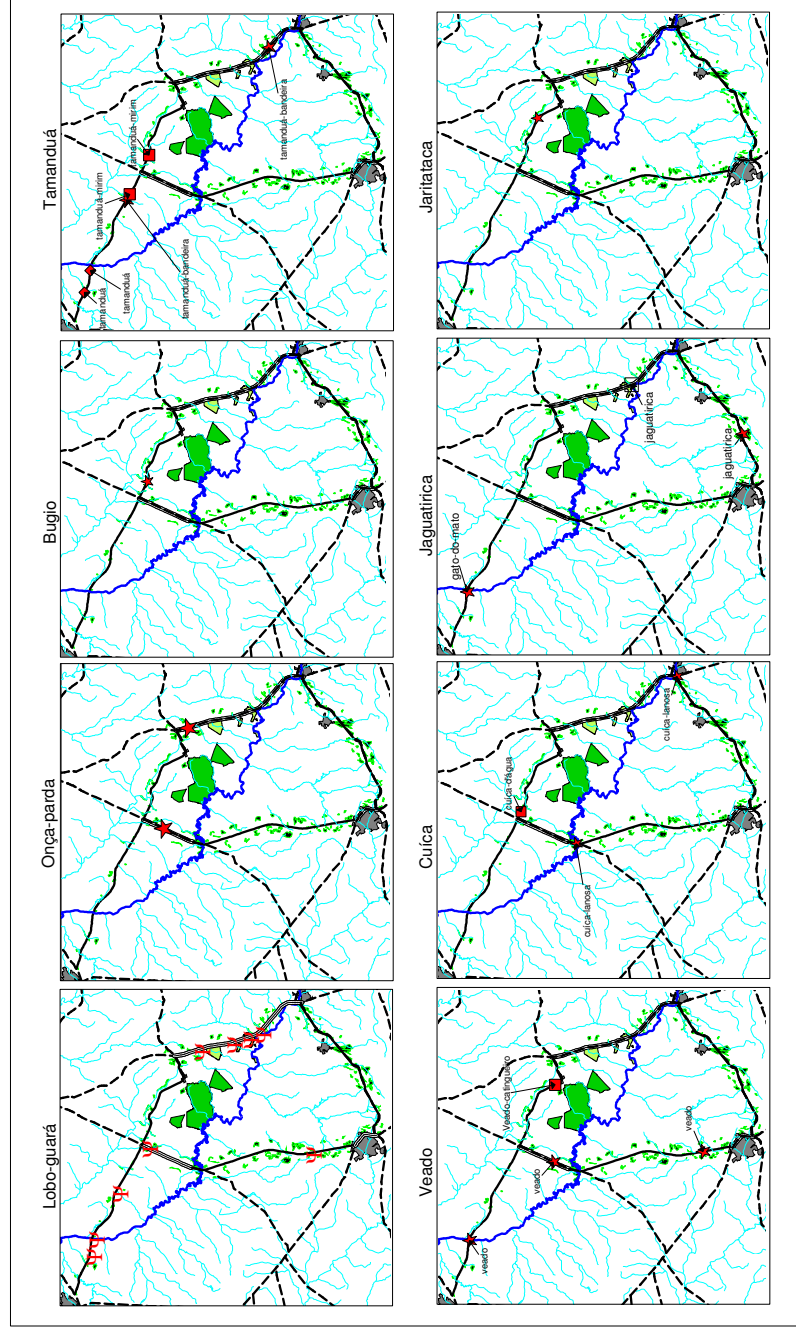


Figura 25: Representação dos pontos de atropelamento dos mamíferos de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.

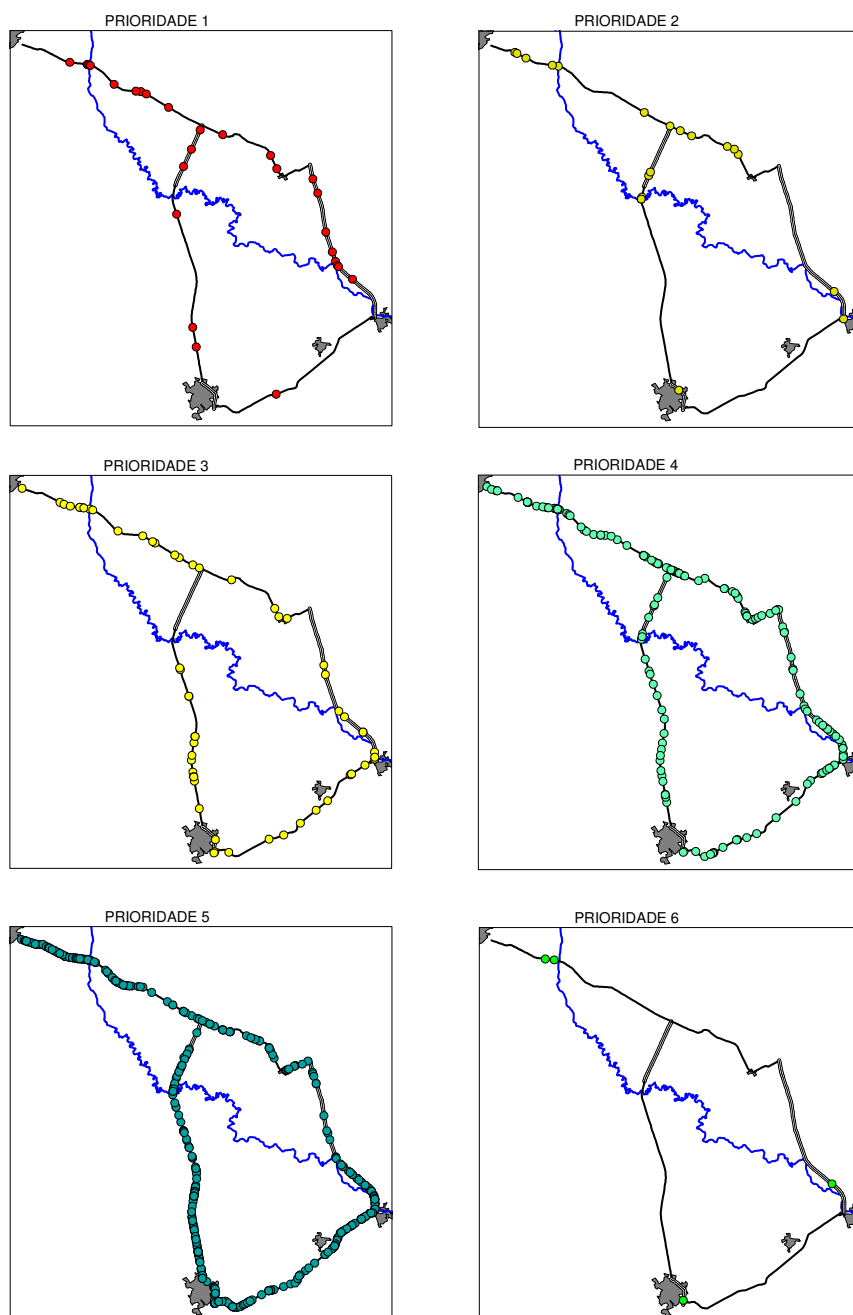


Figura 26: Representação dos pontos de atropelamento dos animais, segundo a categoria de prioridade para conservação na região. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.

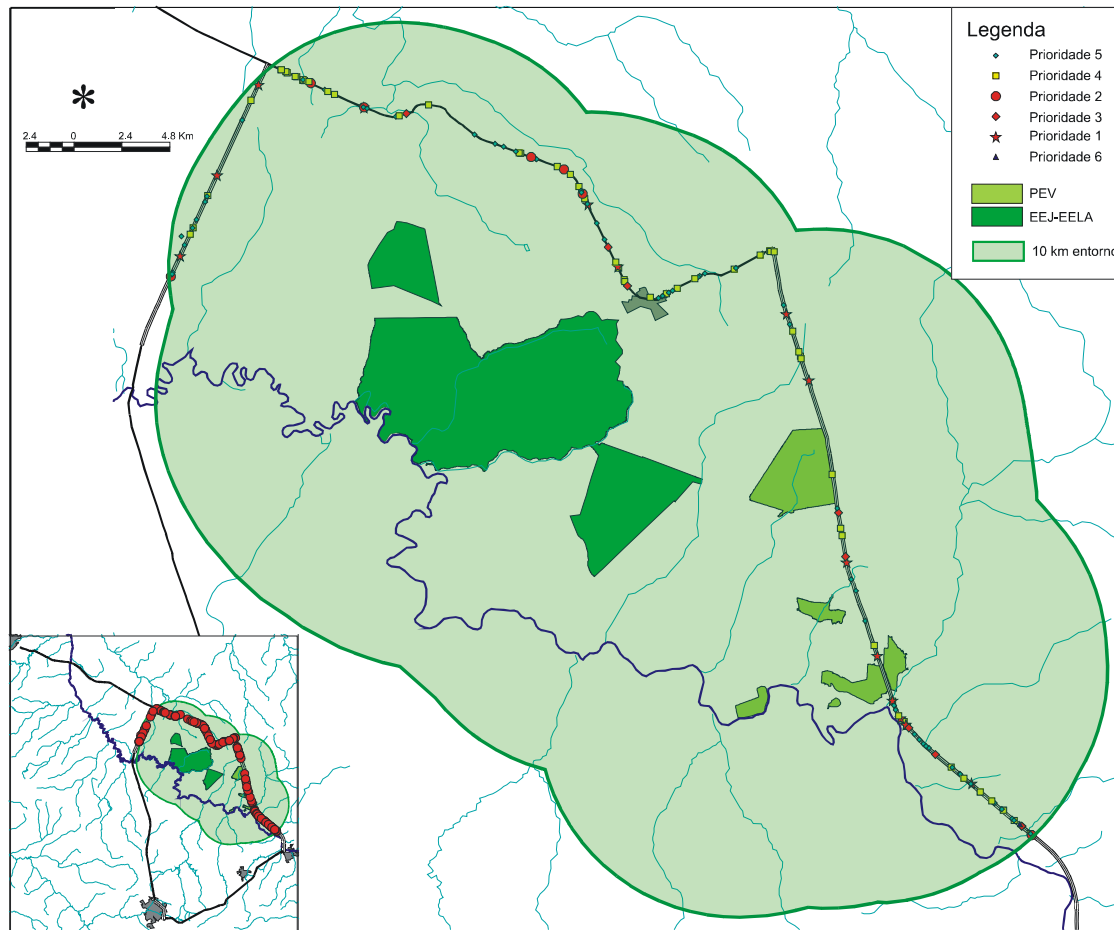


Figura 27: Área que abrange 10km de distância das Unidades de Conservação presentes na área estudada e os locais de atropelamento dos animais de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação incluídos na mesma.

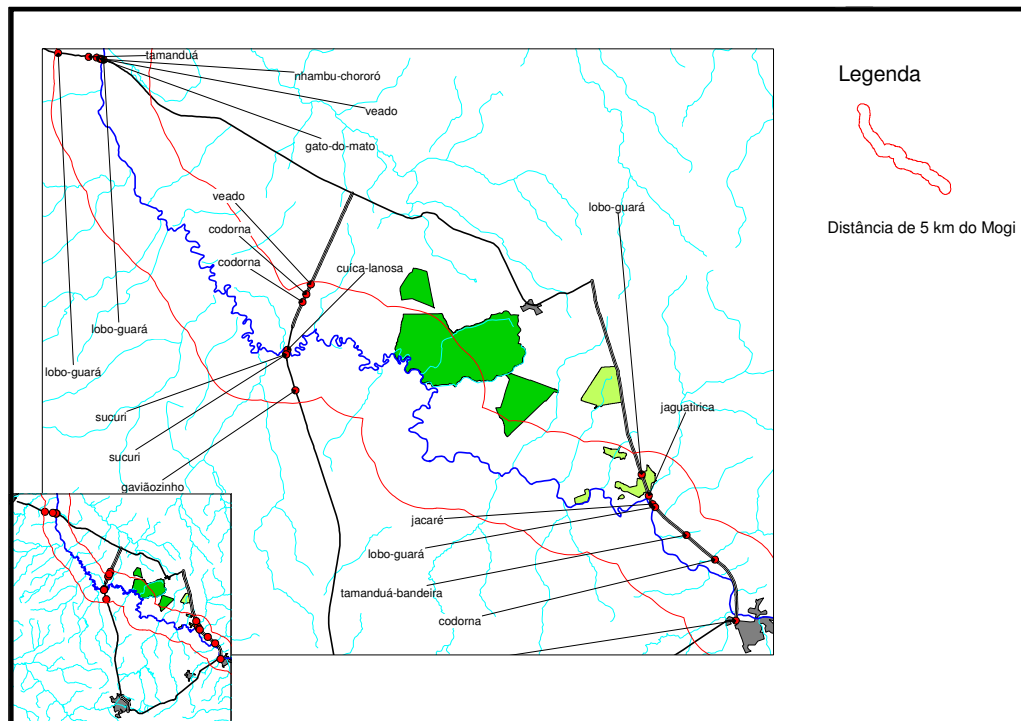


Figura 28: Área que abrange 5km de distância do rio Mogi-Guaçu e os locais de atropelamento dos animais de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação incluídos na mesma.

Foi também feita uma representação gráfica da distribuição espacial dos atropelamentos de espécies das categorias de prioridade 1 e 2 nos períodos climáticos de chuva e de seca na região (Figura 29). Não foram percebidos, todavia, padrões espaciais diferenciados para cada um deles.

Com base na distribuição espacial dos atropelamentos de espécies de categorias 1 e 2 e nas ponderações apresentadas foram propostas quatro áreas consideradas de maior intensidade de atropelamentos (Figura 30). Ressalva-se, no entanto, que esta é uma proposta preliminar, já que estudos mais prolongados são essenciais para a compreensão real da dinâmica de atropelamentos na região. Estas áreas devem ser focadas em estudos de atropelamento e no estabelecimento de medidas mitigatórias.

Nestas quatro áreas percebe-se que os trechos das rodovias acompanham cursos d'água. Na área 1, é o próprio rio Mogi-Guaçu que corre próximo à SP330 e, na área 2, é bastante evidente um pequeno curso de água que passa paralelamente à SP253. Também na área 3, além de pequenos rios que cortam transversalmente a SP253, locais onde foram atropelados vários tamanduás, uma codorna e um lobo-guará, há um afluente do rio Mogi-Guaçu que acompanha parte da estrada. Na área 4 também um afluente do rio Mogi-Guaçu acompanha trecho da SP255. Já as rodovias SP318 e SP215 estão situadas em áreas de cabeceira de bacias hidrográficas, tendo, quanto à proximidade de corpos d'água, apenas pequenos rios em posicionamento transversal a elas.



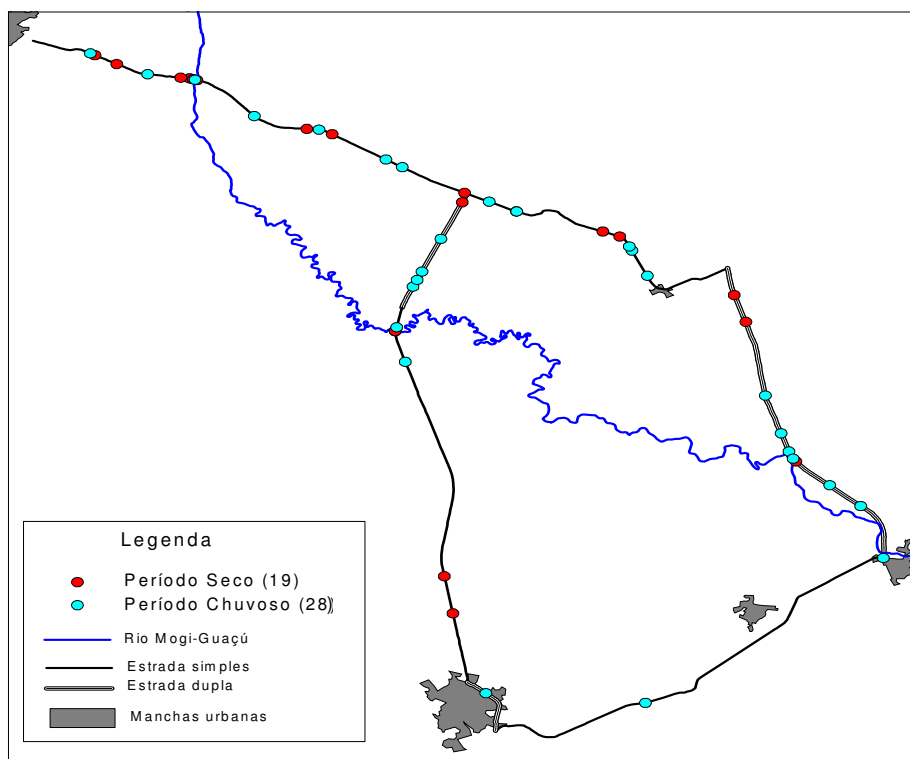


Figura 29: Representação dos pontos de atropelamento de espécies de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada nos períodos seco e chuvoso. Dados provenientes das viagens de campo e de outras fontes de informação.

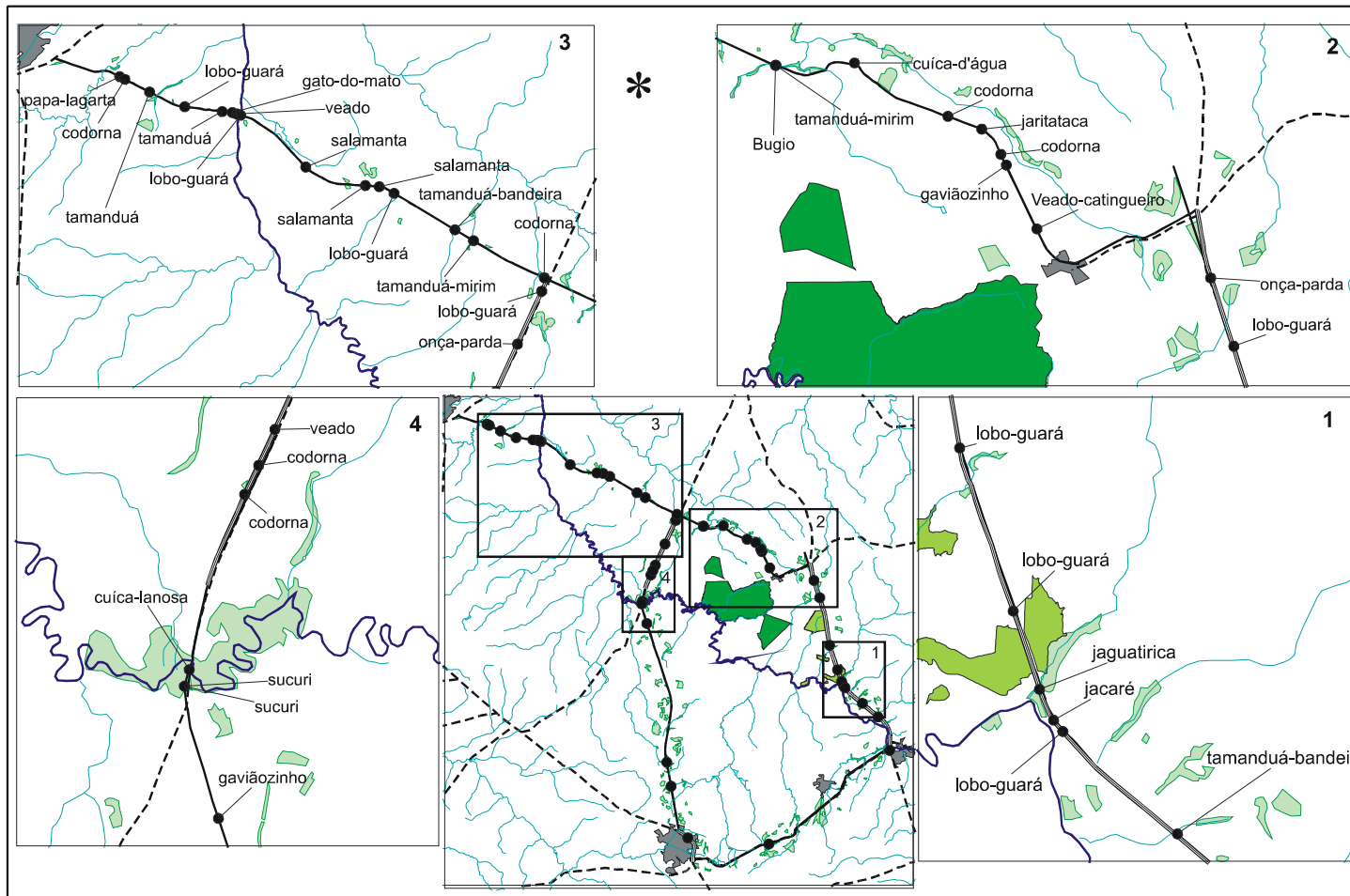


Figura 30: Representação de quatro áreas com maior concentração de registros de atropelamentos de espécies de categorias 1 e 2 de prioridade para conservação na área estudada.

#### 4.5 - Espécies não registradas

TALAMONI et al. (2000) relacionam a ocorrência na EEJ de Gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*), Lontra (*Lontra longicaudis*), Queixada (*Tayassu pecari*), Cateto (*Pecari tajacu*), Irara (*Eira barbara*) e Anta (*Tapirus terrestris*), entre outros, que não foram registrados atropelados no presente trabalho. SILVEIRA (1999) também descreve a presença destas espécies em sua área de estudo e só registrou atropelamento, dentre elas, de *H. yagouaroundi*, e *T. pecari*. VIEIRA (1996) registrou atropelamento de alguns exemplares de *L. longicaudis* no Brasil central e MANTOVANI (2001), registrou o atropelamento de Quati (*Nasua nasua*) e Paca (*Agouti paca*) na região do presente estudo, espécies que não foram observadas acidentadas nas viagens de campo realizadas.

Três hipóteses podem ser levantadas a respeito da ausência de registros de atropelamento destas espécies: baixa densidade populacional destas na região; sua maior habilidade em atravessar as estradas; ou um comportamento de aversão às rodovias, constituindo-se estas em fortes barreiras à movimentação destes animais.

#### 4.6 - Espécies ameaçadas de extinção

Dentre os animais atropelados encontram-se espécies ameaçadas de extinção. Estas são apresentadas na Tabela 9. Dentre estas, destacam-se *C. brachyurus*, *M. tridactyla* e *L. pardalis*, pela frequência com que aparecem nas listas de espécies ameaçadas e status nas mesmas. Estas espécies também foram registradas atropeladas por MANTOVANI (2001). A mortalidade em rodovias deve sempre ser considerada um processo de impacto importante para espécies raras ou ameaçadas (Mumme et al. 2000).

A perda de habitat é uma das principais ameaças ao *C. brachyurus* (FONSECA et al., 1994). Neste sentido, o impacto das estradas, tanto direto como indireto, tem papel importante na pressão sobre a espécie. RODRIGUES (2002) detectou o atropelamento como a principal causa de morte de lobos-guarás na Estação Ecológica de Águas Emendadas. O autor estima que metade dos filhotes nascidos na UC é perdida nas estradas anualmente. Em seu trabalho, a maioria das ocorrências com a espécie foi na época da seca (abril a setembro), especialmente entre maio e junho. Neste último mês o autor encontrou duas fêmeas prenhas vitimadas. No presente estudo os lobos-guarás atropelados foram um por mês de setembro a novembro. Houve mais um indivíduo vitimado em janeiro e depois, dois em abril e três em maio. Foram quatro na estação chuvosa e cinco na seca, sendo que, nesta última, todas as ocorrências concentraram-se em dois meses. Dos três atropelamentos ocorridos em maio, um foi de um macho, aparentemente jovem. Os dois outros foram de fêmeas, ambas prenhas. A fêmea atropelada no início do mês tinha três vesículas embrionárias no útero, indicando gestação

inicial. A segunda, morta no final do mês, apresentava galactorréia à pressão dos tetos e tinha três fetos grandes no útero, já em vias de nascimento. Estudos mais prolongados são necessários para se compreender melhor a distribuição temporal destes atropelamentos, mas ao que parece o período reprodutivo e de dispersão de filhotes propicia maior índice de atropelamento.

Dos nove lobos-guarás incluídos no presente trabalho, seis tiveram registrado em boletim de ocorrência, o horário de colisão com o veículo. Todos os seis acidentes se deram entre 21:20h e 4:40h. O animal, de hábitos noturnos, se exporia mais a atropelamentos à noite e de madrugada. Em locais de maior risco de atropelamento da espécie deve-se pensar em medidas mitigatórias dirigidas a este período.

MANTOVANI (2001) estima uma população de 80 lobos-guará para a área compreendida em um perímetro de 15km a partir da EEJ. Com a ressalva de que o presente estudo não trata exatamente desta área, a mortalidade apurada, de nove espécimes, significa a perda anual mínima de 11,25% desta população somente nas rodovias percorridas. Supondo-se que a taxa de mortalidade aqui encontrada é subestimada, pois muitos animais acidentados podem não ter sido contabilizados no estudo, e nem todas as rodovias da região foram inspecionadas, o impacto da malha viária sobre esta espécie é fator importante a ser considerado para a sua conservação na região.

Foram obtidos relatos pessoais de três casos, todos no período noturno, nos quais o motorista identificou um *C. brachyurus* atravessando a pista, diminuiu a velocidade e então observou o animal lentamente mudar a

direção de condução, às vezes invertendo o sentido de seu deslocamento, aparentemente com a intenção de evitar o choque com o automóvel que se aproximava. Estes relatos parecem indicar que os animais podem aprender a se movimentar evitando atropelamento, obviamente desde que tenham possibilidade de sobreviver a experiências com automóveis, o que depende do deslocamento em baixa velocidade dos mesmos e da boa vontade dos motoristas em reduzir ainda mais a velocidade ao avistar o animal na pista. RODRIGUES (2002) detectou maior número de atropelamento de animais jovens, provavelmente em deslocamento para dispersão, mas que também deveriam ser bastante inexperientes quanto à travessia segura de rodovias.

Tabela 9: Registros de atropelamento de espécies ameaçadas de extinção no percurso estudado do presente trabalho, no período de um ano, entre agosto de 2002 e agosto de 2003.

Nome popular	Nome científico	n° de atropelamentos detectados nas viagens de campo	Atropelamentos reportados por outras fontes de informação <sup>a</sup>	Grau de ameaça		
				Lista de Fauna ameaçada da ONG IUCN	Lista de Fauna ameaçada no Brasil <sup>c</sup>	Lista de Fauna ameaçada no Estado de São Paulo <sup>d</sup>
Guaxinim	<i>Procyon cancrivorus</i>	3	0	não consta	não consta	PA
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	1	08	LR/nt	VU	A -VU
Jaguatirica	<i>Leopardus pardalis</i>	1	1(+1?) <sup>e</sup>	não consta	<sup>a</sup> subespécie <i>mitis</i> é VU	A -VU
Jaritataca	<i>Conepatus semistriatus</i>	1	0	não consta	não consta	PA
Bugio	<i>Alouata fusca</i>	1	0	não consta	não consta	A -VU
Tamanduá-mirim	<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	0	não consta	não consta	PA
Tamanduá-bandeira	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2	1(+2?)	VU A1cd	VU	A -EP
Veado-catingueiro	<i>Mazama gouazoubira</i>	1	0 (+3?)	DD	não consta	não consta
Cobra salamanta	<i>Epicrates cenchria crassus</i>	3	0	não consta	não consta	A -VU
Jacaré-do-papo-amarelo	<i>Cayman latirostris</i>	0	1	não consta	não consta	A -VU
lagarto-teiú	<i>Tupinambis cf. teguixim*</i>	8	2	não consta	não consta	PA

<sup>a</sup> Polícia Militar Rodoviária, Empresas Concessionárias, ARTESP, DER-Jab.

<sup>b</sup> IUCN, 2003.

<sup>c</sup> Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2003.

<sup>d</sup> São Paulo (Estado), 1998.

<sup>e</sup> Informações imprecisas, mas que indicam possibilidade de acréscimo do número entre parênteses ao total.

\* A denominação *T. teguixim* estava em revisão à época. Atualmente a espécie ocorrente no sudeste do Brasil é chamada *T. meriani*.

Embora *M. tridactyla* tenha relativa flexibilidade na ocupação de diferentes habitats, está visivelmente desaparecendo de certas regiões. As principais ameaças à espécie ainda não estão bem compreendidas, mas a modificação de habitat é um fator importante. O tamanho populacional da espécie em toda a sua área de ocorrência ainda não foi estimado (FONSECA et al. 1994).

A população de *L. pardalis* teve perda detectada de dois a três indivíduos no período de 12 meses nas rodovias estudadas. MANTOVANI (2001) estimou em 17 indivíduos a população total da espécie na sua área de estudo. Esta pequena população deve-se ao fato da espécie ocupar estritamente áreas de cobertura vegetal arbórea. Novamente cabe a ressalva de que a área do presente estudo não é inteiramente coincidente com a pesquisada pelo autor. Apenas como estimativa de potencial de impacto, pode-se calcular que o atropelamento no percurso estudado ocasiona diretamente a perda anual de 11,76% da população da espécie, próximo ao número encontrado para *C. brachyurus*.

É preciso também considerar que este foi um levantamento de um ano, que pode conter particularidades só perceptíveis com o prolongamento do trabalho por períodos mais dilatados.

GOOSEM (1997) recomenda que, ao se analisar o impacto do atropelamento sobre uma espécie, é preciso ponderar se este é o único impacto importante que esta sofre na área ou se a perda de indivíduos da população natural em rodovias é um dos impactos que se soma a outros.



Claramente no caso das espécies em questão o atropelamento é um dos impactos, o que torna mais crítica a situação das mesmas.

A região sofre com freqüentes queimadas de lotes de cana-de-açúcar que vitimam os animais. Ao procurar dados sobre o assunto junto à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, este órgão informou que só no fim de 2003 havia sistematizado o pedido de licenças para queimadas pela Internet e que seria inviável a consulta dos arquivos em papel pois, para que se tivesse uma idéia do volume destes eventos, só nos quatro meses de funcionamento do sistema *on line* haviam sido emitidas cerca de 3 mil licenças para pontos de queimada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

O Serviço de Anatomia Patológica de Animais Silvestres do Departamento de Patologia Veterinária da FCAV-UNESP, recebe periodicamente animais silvestres feridos gravemente tanto em atropelamentos como em queimadas. Em geral os animais queimados vêm com o relato de se tratar do único sobrevivente de uma ninhada inteira encontrada morta em meio às cinzas. Muitas vezes estes dois fatores de pressão sobre a fauna atuam concomitantemente. Entrevistando motoristas de ônibus que trabalham na região a respeito do atropelamento de animais silvestres, a autora recebeu indicação de que “Uma boa hora para pegar animais atropelados é quando tem queimada de cana, pois a gente vê os animais saindo correndo para o meio da estrada fugindo do fogo e vários são atropelados”. Trata-se da descrição de uma cena brutal mas que, provavelmente, retrata bem, parte da rotina vivida pela fauna no nordeste do Estado de São Paulo.

Outro impacto sofrido por Jaguatiricas e Lobos-guará é a perseguição pela crença da população de que estes predam criações domésticas, o que, de fato, tem baixa ocorrência na região (MOTTA-JUNIOR, 2000). Sofrem também com a alteração de hábitat pelo intenso uso do solo, e a proliferação de espécies exóticas, como já comentado.

## **5 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS, PREVENTIVAS E MITIGATÓRIAS**

CLEVINGER et al. (2003) afirmam que o manejo de rodovias para que estas mantenham a permeabilidade da paisagem e o manejo das mesmas para evitar atropelamento de fauna são potencialmente conflitantes, devendo ser “negociados”. Reduzir os atropelamentos, segundo os autores, implica em reduzir o trânsito de animais sobre a pista, mas isso em essência irá reduzir a conectividade. Permitir ampla passagem dos animais, porém de maneira segura, é a saída para este conflito.

A literatura cita medidas compensatórias, preventivas e mitigatórias do impacto de rodovias ao meio ambiente (REED et al., 1975; FALK et al., 1978; FELDHAMER et al., 1986). Vicentini (1999) menciona como medida compensatória do impacto à flora e à fauna a preservação de áreas vegetadas similares próximas, com a criação de Reservas e/ou apoio à manutenção de UC. A autora da presente dissertação considera, no entanto, que a possibilidade de uma compensação não deve servir como aval para a decisão positiva de construção de uma nova estrada em área importante para a fauna local. Especialmente no Estado de São Paulo, onde restam poucas áreas naturais, o desejável é que sejam preservadas as glebas onde seria investido recurso como compensação e as inicialmente destinadas à nova rodovia.

As medidas preventivas, conclui-se, são as que vão diminuir a criação de situações em que veículos em velocidade e fauna silvestre venham

a se encontrar. Isso inclui diminuir o número de estradas, o número de veículos, e a velocidade dos mesmos. Também inclui não atrair os animais para a pista com oferta de alimento ou água. As medidas mitigatórias seriam aquelas que são tomadas com o objetivo de diminuir a mortalidade da fauna por atropelamento, uma vez que as condições para o encontro de animais e veículos em velocidade já estão criadas. Na prática, no entanto, esta definição não é tão precisa e algumas medidas atendem a um e outro objetivos concomitantemente.

Quanto a medidas preventivas, a literatura (TSUNOKAWA, 1997; VICENTINI, 1999; NOSS, 2001) menciona:

1- evitar traçados próximos a áreas ecologicamente sensíveis e/ou protegidas. TSUNOKAWA (1997) recomenda que a estrada esteja a no mínimo 1km de áreas sensíveis.

2- implantar programas de educação ambiental de operários e usuários sobre as questões de lixo, incêndios e os próprios atropelamentos.

3- incluir no programa de treinamento para a aquisição da carteira nacional de habilitação, conteúdo que informe e oriente a respeito do atropelamento de fauna (RODRIGUES et al., 2002).

A estas se acrescentem:

4- restringir a criação de novas estradas. A melhoria da qualidade do transporte no país, para permitir o desenvolvimento econômico deve ser feita concentrando-se esforços na melhoria, em todos os aspectos, das vias já existentes;

5- realizar Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para a construção de novas rodovias ou para a ampliação das existentes, que contemplem adequadamente o problema do atropelamento de fauna. PIRES et al. (em prep.) analisaram 18 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) realizados para a obtenção de licenças para a construção ou melhoria de rodovias no Estado de São Paulo. Os autores concluíram que apenas 7 tinham abordado o impacto à fauna e destes, apenas 2 o fizeram de maneira satisfatória. Os autores concluíram que o procedimento de avaliação de impactos ambientais realizado para rodovias não trata a questão biológica de forma adequada, sendo necessária uma melhor avaliação por parte das autoridades para que tais estudos sejam aperfeiçoados.

6- evitar traçados próximos a corpos de água e principalmente os que se posicionem paralelamente ao trajeto de rios por longos trechos;

7- incentivar o transporte solidário (caronas) e melhorar a oferta de transporte coletivo e de carga de qualidade, para diminuir o fluxo de veículos nas rodovias;

8 - limitar ao máximo a oferta de alimentos na pista através da criação de mecanismos que garantam o não derramamento de grãos e frutos dos caminhões durante seu deslocamento, o recolhimento imediato de toda a matéria orgânica que caia na pista quando do acidente de veículos de carga ou da morte de animais e a proibição de estabelecimento de depósitos de lixo de municípios (lixões) nas margens de rodovias;

9- proibir queimadas nas proximidades de rodovias – ressaltando-se que o ideal seria que elas fossem proibidas em qualquer parte -.

Quanto a medidas mitigatórias, a literatura (TSUNOKAWA, 1997; VICENTINI, 1999; NOSS, 2001) traz:

1- instituir dispositivos especiais (valetas profundas, cercas, barreiras, portões de um sentido de passagem) próximo de áreas protegidas ou vegetadas para evitar o acesso dos animais;

2- implantar dispositivos de travessia (túneis, pontes) para a fauna terrestre;

3- implementar estruturas adequadas para cruzamento de rios (evitar retificações e canalizações);

4- Instalar pontos fosforescentes, espelhos refletores e dispositivos que emitem assovios ultrassônicos nas margens das rodovias para repelir os animais. Nenhum destes métodos, entretanto, teve sua eficácia comprovada (NOSS, 2001).

5- colocar sinalização educativa e de orientação para os usuários da via;

6 – reduzir a velocidade de tráfego através da implantação ou não de redutores. Esta redução pode ser implementada só no período noturno ou só em trechos específicos.

7- Fechar rodovias existentes se o impacto causado por elas ao ambiente justificar. NOSS (2001) afirma categoricamente que esta é a medida mais efetiva e importante a ser tomada. Apesar disso, registros de fechamento

de rodovias por questões ambientais são raros. No Brasil há o famoso caso da “Estrada do Colono” que atravessava o Parque Nacional do Iguaçu-PR para interligar dois municípios da região, causando inúmeros impactos à UC. Foram necessárias pressões de organismos ambientalistas nacionais e internacionais, intervenção do Ministério Público e ação da Polícia para conseguir fechar a estrada que havia sido reaberta por cidadãos locais. Ainda hoje há movimentos trabalhando pela reabertura da estrada.

Há ainda a recomendação na publicação técnica do Banco Mundial (TSUNOKAWA, 1997) de se revegetar as bordas das estradas e, especialmente em áreas de florestas tropicais, reduzir a clareira de vegetação no entorno da rodovia, plantando árvores para que em certos pontos as copas se toquem, permitindo a travessia de espécies arborícolas. Este ponto parece à autora um pouco controverso uma vez que a vegetação exuberante às margens da rodovia deverá atrair os animais para a pista. Possivelmente esta medida diminua o efeito barreira à movimentação da fauna, mas deve resultar em aumento da taxa de atropelamento, ou seja, o dilema mencionado por CLEVENGER et al. (2003).

A travessia da fauna de maneira mais segura pode ser incentivada de três formas. Na primeira forma os animais e os veículos transitam em um mesmo nível na rodovia, mas a possibilidade de acidente é minimizada pela diminuição drástica do limite de velocidade no local, com obstáculos que obriguem o motorista a efetivamente respeitá-lo. Esta solução implica em relativo pouco investimento em reformas na pista, mas tem um alto custo político pois os motoristas em geral não aceitam ter sua mobilidade

restringida. Ela pode ser aplicada em locais onde já se tenha identificado um trecho bem delimitado de maior ocorrência de atropelamentos. Ela não é eficaz para os atropelamentos propositais.

Todos os motoristas de caminhão, em torno de 10, entrevistados informalmente pela autora afirmaram conhecer colegas caminhoneiros que atropelam intencionalmente animais que cruzem a pista, embora nenhum dos entrevistados assumisse ele próprio ter este hábito. Durante as viagens de campo a pesquisadora presenciou um motorista realizar um manobra arriscada à sua própria segurança, para tentar atropelar um urubu que se alimentava de uma carcaça na pista. RODRIGUES et al. (2002) também relatam este tipo de comportamento por parte dos motoristas. Parte da solução deste problema, além de programas de educação já mencionados que poderiam focar também esta questão, seria a inclusão, na legislação brasileira, de punição especificamente para este tipo de comportamento. É relevante que já conste do Código Nacional de Trânsito (CNT) brasileiro, no Capítulo III, das normas gerais de circulação e conduta, no Art.26, item I, que os usuários das vias terrestres devem “abster-se de todo ato que possa constituir perigo ou obstáculo para o trânsito de veículos, de pessoas ou de animais...” (BRASIL, 1997). No restante do CNT, no entanto, a autora não encontrou mais nenhuma menção aos animais e possíveis punições para motoristas que deliberadamente os atropelam.

Na segunda forma de travessia segura da rodovia pelos animais, os veículos atravessam túneis por baixo do habitat das populações naturais. É uma medida dispendiosa, dependendo do relevo da região. Para os motoristas



é uma medida confortável e, para os animais, aparentemente é a melhor solução pois estes não têm de se habituar a passagens artificiais para transitarem por suas áreas de vida.

Na terceira forma os animais terrestres é que passam por baixo das rodovias através de passagens construídas ou não com este fim. É uma medida que também não enfrenta resistência dos motoristas pois não implica em redução de velocidade nem aumento de percurso ocasionados por desvios. As passagens em geral são cercadas por barreiras vegetais ou artificiais para que os animais não tenham acesso à pista nesta área. É uma medida menos eficaz para diversas espécies comparativamente a passagens sobre as rodovias, mas são mais comuns por questões de custo. É, ainda assim, dispendiosa, pois implica na construção e manutenção destas estruturas.

Há algumas restrições a esta medida, pois tanto os túneis como as cercas colocadas próximas a eles para conduzir a passagem dos animais podem interferir nas relações entre presas e predadores, favorecendo estes últimos por restringir rotas de fuga dos primeiros (TSUNOKAWA, 1997).

Trabalhos têm sido desenvolvidos no exterior avaliando diversos tipos de passagens. RODRIGUEZ et al. (1996), em estudo desenvolvido na Espanha concluíram que carnívoros, lagomorfos, outros pequenos mamíferos e répteis usavam abundantemente passagens existentes sob determinada ferrovia. Levantaram que apenas ungulados necessitavam de passagens com desenhos especiais, que carnívoros usavam mais as passagens com cobertura vegetal natural e que pequenos mamíferos preferiam passagens mais estreitas. NG et al. (2004) analisaram 15 túneis e tubulações não construídas

especificamente para passagem de fauna, sob uma rodovia nos Estados Unidos. Apuraram que estas passagens de diversas conformações diferentes eram largamente utilizadas por carnívoros, ungulados, pequenos mamíferos e répteis. Para a sua utilização por mamíferos ameaçados na área, incluindo carnívoros e uma espécie de veado, os autores também encontraram como especialmente importante a cobertura vegetal nas entradas das passagens.

No Brasil há poucas experiências de monitoramento da efetividade de passagens de fauna sob rodovias. Na Estação Ecológica do Taim/RS (EET) foi implantado em 1998 um sistema de proteção à fauna na rodovia BR471 que margeia e atravessa transversalmente a UC em diferentes pontos. O sistema incluiu fechamento com tela em ambos os lados de dois segmentos descontínuos de rodovia, de 3,4km e 6,75km de extensão cada um; instalação de mata-burros para impedir o acesso da fauna aos trechos telados de rodovia; a construção de 19 túneis, e diminuição da velocidade permitida – mas com a instalação de apenas um medidor de velocidade. BAGER (2003) avaliou o sistema e concluiu que ele foi eficaz para a diminuição do atropelamento das espécies mais registradas, capivaras e ratões do banhado, mas que este trouxe mortalidade e agravamento da fragmentação para diversas outras espécies. O sistema propiciou, variando para cada espécie, comportamentos agonísticos, impedimento do acesso de quelônios à área de postura e morte de “inúmeros animais de pequeno porte” que ficavam presos às telas ao tentar atravessá-las. Além disso, a cerca foi eficaz para impedir a passagem apenas de três espécies, pois as demais foram capazes de transpor o sistema escavando, escalando ou saltando. Os mata-burros foram efetivos

para impedir o acesso de capivaras, mas se constituíram em armadilhas onde caem e perecem espécies de quelônios mais estreitos que o intervalo entre as barras. Os túneis são utilizados, mas dependem de manutenção regular pois vários se alagam e ficam obliterados por camadas de areia. O autor conclui que as barreiras bloqueadoras de movimento e os dispositivos facilitadores de travessia produzem respostas que são espécie-específicas. Este é o conceito apresentado também no “Workshop Minutes” do encontro “Managing roads for wildlife”, realizado em Alberta-Canadá (MANAGING ROADS FOR WILDLIFE, 2001). BAGER (2003) também conclui que o sistema funcionou para diminuir a atropelamento das espécies mais atropeladas, mas não das espécies mais raras ou em risco na área. Afirma que a diminuição efetiva de velocidade será a melhor medida mitigatória para o local.

É importante reconhecer que implantar medidas mitigatórias é apenas o início de um processo trabalhoso, e não o fim deste. A adoção de uma abordagem de gestão biorregional para a conservação dos recursos naturais (PIRES, 2003), incluindo e adotando a biodiversidade como foco principal para o planejamento das atividades antrópicas, e, em especial para a infra-estrutura de transportes, teria papel fundamental na resolução deste problema e de suas causas.

Até que isto possa acontecer, entretanto, a adoção de medidas mitigatórias é extremamente necessária. Por outro lado, para que estas realmente sejam eficazes, é imprescindível a manutenção de suas estruturas e uma constante adequação das mesmas tanto às novas informações científicas que venham a ser levantadas como às modificações de tráfego que venham a

surgir. JOHN (2001) noticiou o fechamento por 4 horas da rodovia SP613 em 6 de junho de 2001. Promovido pelo Movimento Sem Terra, entre outras entidades sociais, o protesto era para exigir a manutenção adequada das passagens de fauna sob a rodovia que cruza o Parque Estadual Morro do Diabo. Esta rodovia já havia matado em 10 anos, nos 17 km que atravessam a UC, mais de 300 animais, entre eles 22 onças entre pintadas e pardas. Tanto os alambrados como os túneis estavam em situação de abandono, o que logicamente diminuía em muito a sua funcionalidade, já intrinsecamente dotada de falhas.

Para a região incluída no presente estudo, focando as áreas prioritárias propostas e as espécies prioritárias, parece ser mais adequado como medida mitigatória, primeiramente promover-se a redução da velocidade permitida, principalmente no período noturno. Esta redução da velocidade permitida deve ser acompanhada de fartos mecanismos de fiscalização. A redução da velocidade à noite é providência que deve diminuir todos os tipos de acidentes, não só os relativos à fauna. Esta medida, aliás, parece tão óbvia que é difícil entender porque ainda não é largamente empregada. Uma vez que se reconhece que o alcance visual do motorista durante o dia é potencialmente o do horizonte, englobando as laterais e entorno da estrada, e que durante a noite a visibilidade está restrita à faixa iluminada pelos faróis do veículo, ou seja, poucos metros à frente do mesmo, é dedução natural que a antecedência com que o motorista consegue identificar um obstáculo à frente à noite é muito menor. Estando à mesma velocidade que utiliza durante o dia e enxergando o

obstáculo somente quando este está muito mais perto, é lógico que não consiga frear a tempo, em grande parte dos casos, e que a colisão aconteça<sup>4</sup>.

Um segundo ponto importante nestas áreas é o levantamento do número, características e condições de conservação de todas as passagens subterrâneas já existentes, desde túneis para passagem de gado até tubulações estreitas para drenagem, já que as instituições governamentais e as privadas não dispõem desta informação inicial sistematizada. Como já comentado, a literatura tem referido a freqüente utilização destes tipos de estrutura pelos animais para travessia segura das rodovias. A partir deste levantamento, é importante investir na adequação de todas estas passagens, situadas em áreas prioritárias ou não, fazendo a implantação de vegetação que conduza os animais a elas e de alambrados e cercas vivas que impeçam a entrada dos animais na pista. O trabalho de NG et al. (2004) concluiu que a presença de vegetação nativa dos dois lados das passagens sob a rodovia estudada era um fator importante para a utilização das mesmas por mamíferos em situação de risco na região estudada, como carnívoros e veados.

Uma vez que estas passagens sejam adequadas, é fundamental a realização de estudos que monitorem a sua efetiva utilização. É necessário levantar informações de quais espécies as utilizam, em que condições, em que períodos e se há favorecimento de espécies-predadoras em relação a presas.

---

<sup>4</sup> Em 2003 a autora assistiu a telejornal sobre pesquisa realizada por universidade brasileira a respeito de acidentes em estradas à noite e de dia. Foram estudados o alcance de iluminação dos faróis dos carros, o lapso de tempo normal do motorista entre visualizar o obstáculo, decidir acionar os freios e efetivamente fazê-lo e a distância ainda percorrida pelo veículo desde o início da frenagem, quando estava à velocidade máxima permitida, até a efetiva parada do automóvel. A pesquisa concluiu ser necessário diminuir a velocidade máxima permitida à noite, quando a visualização dos obstáculos só foi possível quando já não havia tempo para evitar o choque. Infelizmente a autora não conseguiu localizar a reportagem.

Adicionalmente, construções de passagens de fauna em locais específicos seguidas a este trabalho poderão ser indicadas.

A colocação de placas informativas sobre a incidência de atropelamentos e uma campanha educativa dos motoristas é importante. A manutenção da vegetação na faixa de domínio bem baixa é recomendável para que as condições de visibilidade sejam favorecidas e para que o próprio deslocamento dos animais possa se fazer na área de refúgio e não no acostamento ou na própria faixa de rolagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste trabalho chamaram particularmente a atenção da autora, vários aspectos interessantes. Há que se ressaltar, por exemplo, o alto índice de ocorrências de lobos-guará e o registro de onças-pardas, jaguatiricas e um jacaré-do-papo-amarelo na Rodovia Anhanguera (SP330). Merece destaque, também, o registro da lebre européia, espécie introduzida para caça na região Sul e do rato-do-banhado. Este último, embora faça parte da fauna brasileira, provavelmente foi introduzido artificialmente no Estado.

É importante ressaltar que foi uma surpresa positiva para a autora a quantidade e qualidade dos dados anotados e fornecidos pelo DER-Jab e pela Polícia Militar Rodoviária, especialmente a 4<sup>a</sup> Cia. do 3<sup>o</sup> Batalhão, comandada pelo Capitão Wanderley de Arruda. É uma pena que o DER-Jab tenha como rotina, registrar todo item identificado e removido da pista em uma mesma categoria, em uma só planilha eletrônica. Desta forma, a remoção de uma jaguatirica atropelada ou de uma ressolagem de pneu, por exemplo, acabam ambas entrando nas estatísticas do órgão como “itens diversos”. É recomendação do presente estudo que esta prática seja modificada e que inclusive os dados de atropelamento da fauna doméstica e silvestre sejam registrados separadamente. A PMRV, por sua vez, não só adotou a pedido da pesquisadora, o novo procedimento de anotar as observações de animais silvestres visualizados, como por diversas vezes a contatou diretamente e

manteve carcaças de animais sob sua custódia nas imediações de suas bases para que esta pudesse acessá-las.

À parte deste fato, notou-se que não existe uniformidade na forma de registro de atropelamentos de animais pelos diferentes órgãos que atuam nas rodovias. A Concessionária “B”, por exemplo, apresenta em seu relatório a nomenclatura “Xenarthra”, “Carnívoro” e assim por diante. O DER-Jab utiliza diversas denominações populares para os animais, assim como os Boletins de Ocorrência Policial. Isso traz dificuldades a qualquer pesquisador que queria utilizar estes dados para estudar a fauna da região.

Quanto às taxas de atropelamento, os números apurados não são desprezíveis e foram identificadas tendências de maior incidência de atropelamento nas áreas mais próximas a cursos d’água e UCs. Flutuações no número de ocorrências ao longo do ano, variáveis para algumas espécies, indicam possíveis correlações com a bionomia de cada uma delas. Por isto o tema merece levantamentos mais prolongados e maiores investigações, necessitando de enfoques espécie-específicos, principalmente para espécies ameaçadas, com vistas ao entendimento dos fatores relacionados à mortalidade de fauna nas estradas da região.

Para estes levantamentos é indicado que sejam envolvidas as diversas Instituições ligadas às rodovias, com fins laborais ou de estudo (Concessionárias de rodovias, DERs, PMRV, Polícia Militar Ambiental, redes de postos de serviço, associações de caminhoneiros, ONGs, Universidades). Para isso, seria importante a realização de cursos e o provimento de manuais ilustrados com a identificação das espécies da fauna local para o pessoal



técnico destas instituições. Com esta providência seriam conseguidas informações mais precisas e com linguagem padronizada sobre os atropelamentos na região. Considerando que estas instituições já têm pessoal circulando pelas rodovias com os respectivos custos de veículos, combustível e contratação de mão-de-obra absorvidos, seria praticamente desprezível o custo adicional de treinamento deste contingente para que este passasse a coletar dados sobre atropelamento de fauna de maneira adequada. Como desdobramento futuro destas atividades de coleta de dados, poderá vir a ser também instituída a prática da coleta de amostras das carcaças, pelos técnicos das instituições, antes que estas sejam enterradas pelas concessionárias e DERs.

Finalmente é preciso destacar que o desenvolvimento econômico saudável, que traga justiça social e sustentabilidade ambiental não é só desejável, mas necessário. Para isso é fundamental no Brasil um sistema de transporte bem estruturado que facilite, ao invés de dificultar, o abastecimento de matéria-prima, o escoamento de produção e a circulação de pessoas para estudo, trabalho e lazer. Não é necessário, entretanto, que o grande diferencial brasileiro, sua riqueza biológica, seja colocada sempre na periferia desta questão e não incluída em seu foco central.

As rodovias causam grande impacto ambiental, fomentadas pelo modelo de transporte particular individualizado, e esta questão tem de ser enfrentada. Conhecer em detalhes este impacto é o primeiro passo e implantar e monitorar medidas preventivas e mitigatórias, o caminho a ser percorrido.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, C.J.R., MARTINS, E.S. (Ed.) **De grão em grão o cerrado perde espaço (Cerrado - impactos do processo de ocupação)**. Brasília: WWF – PROCER, 1995. 66 p.
- ALMEIDA, L.R.B. **A privatização de facilidades rodoviárias no Brasil**. Brasília, GEIPOT, 1994. 86 p.
- AYRES, J.M.LIMA, D.M., MARTINS, E.S., BARREIROS, J.L.K. On the track of the road: changes in subsistence hunting in a Brazilian Amazonian village. *In*: ROBINSON, J.G. & REDFORD, K.H. (Ed.), **Neotropical wildlife use and conservation**. Chicago: University of Chicago, 1991. p. 82-92.
- BAGER, A. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a Unidades de Conservação – Um estudo de caso. *In*: BAGER, A. (Ed.) **Áreas protegidas: conservação no âmbito do cone sul**. Pelotas: edição do editor, 2003. p:159-172.
- BRASIL. Ministério dos transportes. Lei nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997. Disponível em: <[www.senado.gov.br/web/codigos/transito/httoc.htm](http://www.senado.gov.br/web/codigos/transito/httoc.htm)>. Acesso em: 24 de março de 1997.
- BRUINDERINK, G.W.T.A.G. & HAZEBROEK, E. Ungulate traffic collisions in Europe. **Conservation Biology**, v. 4, n. 10, p. 1059-1067, 1996.
- DALMOLIN, P. C. **Composição e História Natural da Comunidade de Serpentes da Estação Ecológica de Jataí e Município de Luiz Antônio, SP**. 2000. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- DIAS, M.M. Avifauna das Estações Ecológica de Jataí e Experimental de Luiz Antônio, São Paulo, Brasil. *In*: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Ed.). **Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos : RiMa, 2000. p. 285-302.
- DOUROJEANNI, J.D., PÁDUA, M.T.J. **Biodiversidade: a hora decisiva**. Curitiba: Univ. Fed. Do Paraná, 2001. 308 p.

- EISENBERG, J.F., REDFORDO, H. **Mammals of the neotropics. The central neotropics. Vol. 3. Ecuador, Peru, Bolívia, Brasil.** Chicago: Univ. Chicago Press, 1999. 609 p.
- FALK, N.W., GRAVES, H.B., BELLIS, E.D. Highway right-of-way fences as deer deterrents. **J. Wildl. Manage.**, v. 42, n. 3, p. 646-650, 1978.
- FELDHAMER, G.A., GATES, J.E., HARMAN, D.M., LORANGER, A.J., DIXON, KR. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. **J. Wildl. Manage.**, v. 50, n. 3, p. 497-503, 1986.
- FINDLAY, C.S., BOURDAGES, A.J. Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. **Conservation Biology**, v. 1, n. 14, p. 86-94, 2000.
- FISCHER, W.A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal.** 1997. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Mato-Grosso, Campo Grande.
- FONSECA, G.A.B., RYLANDS, A.B., COSTA, C.M.R., MACHADO, R.B., LEITE, Y.L.R. **Livro vermelho dos mamíferos brasileiros ameaçados de extinção.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1994. 459 p.
- FORMAN, R.T.T., DEBLINGER, R.D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. **Conservation Biology**, v. 1, n. 14, p. 36-46, 2000.
- GOOSEM, M. Internal Fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. *In*: LAURANCE, W. F., BIERREGAARD, R.O.Jr. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology managements and conservation of fragments communities.** Chicago: Univ. of Chicago Press, 1997. p. 241-255.
- HAIGH, M.J., RAWAT, J.S., RAWAAT, M.S., BARTARYA, S.K., RAI, S.P. Interactions between forest and landslide activity along new highways in the Kumaun Himalaya. **Forest Ecology and Management**, n. 78, p. 173-189, 1995.

- HASKELL, D.G. Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna on the southern appalachian mountains. **Conservation Biology**, v. 1, n. 14, p. 57-63, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/geografia/cartogramas/ctb.html>>. Consulta em: 24 de Março de 2004.
- IUCN. 2003. **2003 IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Consulta em: 18 de Janeiro de 2004.
- JÁCOMO, A.T.A., SILVEIRA, L., CRAWSHAW, P.G. Impacto da Rodovia estadual GO-341 sobre a fauna do Parque Nacional das Emas, Goiás. *In*: 3º Congresso de Ecologia do Brasil, 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 1996, p. 174.
- JOHN, L. Pedágio ecológico fecha estrada no Pontal. **O Estado de São Paulo – Ciência e meio ambiente**. São Paulo. 6 de junho de 2001.
- KNICK, ST. Ecology of bobcats relative to exploitation and a prey decline in southeastern idaho. **Wildlife Monography**, n. 108, p. 1-42, 1990.
- KUIKEN, M. Consideration of Environmental and landscape Factors in highway planning in valued landscapes: an Australian survey. **Journal of Environmental Management**, n. 6, p. 191-201, 1988.
- LYRA-JORGE, MC, PIVELLO, V.R. Estudo da comunidade de mamíferos da reserva Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa-Quatro, SP. VI Simpósio sobre meio ambiente e I Simpósio de Direito Ambiental da Universo. Out 1998. Disponível em <[http://www.animus.hpg.ig.com.br/art/art\\_trab11.htm](http://www.animus.hpg.ig.com.br/art/art_trab11.htm)>. Consultado em 20 de março de 2004.
- LYRA-JORGE, M.C. **Avaliação do potencial faunístico da A.R.I.E. Cerrado Pé-de-gigante (Parque estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa-Quatro – SP), com base na análise de habitats**. 1999. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- LYREN, L.M. **Movement patterns of coyotes and bobcats relative to roads and underpasses in the Chino Hills area of southern California**. 2001. 96 f. Thesis (Phylosofer Doctor). Faculty of California State Polytechnic University, Pomona.
- MANAGING ROADS FOR WILDLIFE. 2001, Alberta. **Proceedings...** Alberta: Crowest Pass, 2001, 109 p.
- MANTOVANI, J.L. **Telemetria convencional e via satélite na determinação das áreas de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do estado de São Paulo**. 2001. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista oficial de espécies ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2004.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – (MT). Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/bancodeinformacoes/mapas/transporterodoviaro.htm>>. Acesso em: 22 de março de 2004.
- MOTTA-JUNIOR, J.C. Variação temporal e seleção de presas na dieta do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae), na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Ed.). **Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos: RiMa, 2000. p.303-316.
- MOTTA-JUNIOR, J.C. & ALHO, C.J.R. Ecologia alimentar de *Athene cunicularia* e *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) nas Estações Ecológica de Jataí e Experimental de Luiz Antônio. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Ed.). **Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos: RiMa, 2000. p. 303-316.
- MUMME, R.L., SCHOECH, S.S., WOOLFENDEN, G.E., FITZPATRICK, J.W. Life and death in the fast lane: demographic consequences of road mortality in the Florida Scrub-Jay. **Conservation Biology**, v. 14, n. 2, p. 501-512, 2000.

- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2000.
- NEPSTAD, D.C. et al. Land-use in amazonia and the cerrado of Brazil. **Ciência e Cultura**, n. 49, p. 73-86, 1997.
- NG, S.J., DOLE, J.W., SAUVAJOT, R.M., RILEY, S.P.D., VALONE, T.J. Use of highway undercrossing by wildlife in southern California. **Biological Conservation**, n. 115, p. 499-507, 2004.
- NOSS, R.F. The ecological effects of roads. *In: MANAGING ROADS FOR WILDLIFE*, 2001, Alberta. **Proceedings...** Alberta: Crowest Pass, 2001. p. 7-24.
- NOVELLI, R., TAKASE, E., CASTRO, V. Estudo das Aves mortas por atropelamento em um trecho da rodovia BR-471, entre os distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revta. bras. Zool**, v. 5, n. 3, p. 441-454, 1988.
- NOWAK, R.M. **Walker's Mammals of the world**, 5. ed. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1991. 1629 p.
- PHILCOX, C.K., GROGAN, A.L.; MACDONALD, D.W. Patterns of otter *Lutra lutra* road mortality in Britain. **Journal of Applied Ecology**, n. 36, p. 748-762, 1999.
- PIRES, J.S.R. Considerações sobre a estratégia de conservação "inter situ". *In: I Congresso brasileiro de conservação e manejo da biodiversidade*, 1999, Ribeirão Preto, Centro de Estudos Ambientais - UNESP. **Anais...** Ribeirão Preto, 1999.
- PIRES, A.M.Z.C.R., SANTOS, J.E., PIRES, J.S.R. Caracterização e diagnóstico ambiental de uma unidade da paisagem. Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio. *In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Ed.). Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: RiMa, 2000. p. 01-26.
- PIRES J.S.R., SANTOS J.E., PIRES, A.M.Z.C.R., Aspectos Conceituais para a Gestão Biorregional. Cap. 8. pg. 118-131. *In: BAGER, A. (Ed.) Áreas*

**protegidas: conservação no âmbito do cone sul.** Pelotas: edição do editor, 2003.

QUINTERO, J.D., SANCHEZ, E. The institutional process of environmental planning and management in the road infrastructure sector of Latin America. *In: III Encontro Ibero-Americano de unidades ambientais do setor do transporte*, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1998.

REED, D.F., WOODARD, T.N., POJAR, T.M., Behavioral response of mule deer to a highway underpass. **J. Wildl. Manage.**, v. 39, n. 2, p. 361-367, 1975.

REIJNEN, R., FOPPEN, R. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilhus*) breeding close to a highway. **Journal of Applied Ecology**, n. 78, p. 173-189, 1994.

REIJNEN, R., FOPPEN, R. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. IV. Influence of population size on the reduction of density close to a highway. **Journal of Applied Ecology**, n. 32, p. 481-491, 1995.

RODRIGUES, F.H.G., HASS, A., REZENDE, L.M., PEREIRA, C.S., FIGUEIREDO, C.F., LEITE, B.F., FRANÇA, F.G.R. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. *In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, 2002, Fortaleza. **Anais...**, 2002, p. 585-593.

RODRIGUES, F.H.G. **Biologia e conservação do Lobo-guará na estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.** 2002. 96 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RODRIGUES, A., CREMA, G., DELIBES, M. Use of non-wildlife passages across a high speed railway by terrestrial vertebrates. **Journal of Applied Ecology**, n. 33, p. 1527-1540, 1996.

ROMANINI, P.U. **Rodovias e meio ambiente. Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos**

- rodoviários e sistema de gestão ambiental.** 2001. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROMIN, L.A. AND BISSONETTE, J.A. Temporal and spatial distribution of highway mortality of mule deer on newly constructed roads at Jordanele reservoir, Utah. **The Great basin Naturalist**, v. 56, n. 1, p. 1-11, 1996.
- SÃO PAULO (Estado). PROINDE, **Plano Rodoviário de Interiorização do Desenvolvimento**, São Paulo, 1972. 61 p.
- SÃO PAULO (Estado) SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Fauna ameaçada no estado de São Paulo**. São Paulo: SEMA/CED, 1998. 56 P.
- SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Ed. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná, Uruguai, Col. (CESP). 1966. 61 p.
- SCHONEWALD-COX, C., BUECHNER, M. Park protection and public roads. *In*: FIEDLER, P. L., JAIN, S.K. **Conservation biology**. London: Chapman and Hall, 1992. p. 373-395.
- SILVEIRA, L. **Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas**. 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira, uma introdução**. 3. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988. 828 p.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Fronteira, 1997. 862 p.
- TALAMONI, S.A., MOTTA-JUNIOR, J.C., Dias, M.M. Fauna de mamíferos da Estação Ecológica de Jataí e da Estação Experimental de Luís Antônio. *In*: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Ed.). **Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos: RiMa, 2000. p. 317-329.



- TROMBULAK, S.C., FRISSEL, C.A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v. 1, n. 14, p. 18-30, 2000.
- TSUNOKAWA, K. **Roads and the environment: a handbook** (revised). World technical paper n. 376. Washington : World Bank ISBN, 1997. 240 p.
- VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 2000. 116 p.
- VICENTINI, V.L.P.P. "**Metodologia para avaliação ambiental de programas de restauração e/ou melhoramento e rodovias**". 1999. 206 f. Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) - Programa de pós-graduação em ciência ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VICENTINO, C. **História do Brasil**. São Paulo: Scipione, 1998. 59 p.
- VIEIRA, E.M. Highway mortality of mammals in central Brazil. **Ciência e Cultura**, n. 48, p. 270-272, 1996.



