

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA

VANESSA SUZANA CAVAGLIERI FONSECA

Análise dos pontos críticos de atropelamento de animais em rodovias operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo e recomendação de medidas mitigadoras

SÃO PAULO
2014

VANESSA SUZANA CAVAGLIERI FONSECA

Análise dos pontos críticos de atropelamento de animais em rodovias operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo e recomendação de medidas mitigadoras

Monografia apresentada ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para conclusão do MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais

SÃO PAULO
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Ao PECE, a todos os seus professores e funcionários pela oportunidade de aprendizado e de crescimento.

A CETESB, especialmente aos amigos do IE, pelo auxílio para que eu cursasse esta pós-graduação e por me proporcionar um novo campo de trabalho e de estudos.

A Autovias, representada por Daniel Mandel e Tatiana Coimbra, pelas informações tão prontamente prestadas para elaboração deste trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais que sempre acreditaram na educação como o caminho para uma vida melhor, e à Sofia por ser um ponto de luz em nossas vidas.

Ao Bruno por compreender minha ausência, apoiar minhas decisões, ouvir minhas ideias, enfim pela parceria de uma vida.

A todos os meus amigos, especialmente às minhas companheiras de aulas e de trabalhos Flávia Simões, Cláudia Yuhara e Gláucia Izumi, pela amizade, companheirismo e muitas risadas no decorrer destes dois anos de curso.

“O que é o homem sem os animais? Se todos os animais acabassem os homens morreriam de uma grande solidão espiritual, porque tudo quanto acontece aos animais em breve acontece aos homens. Tudo quanto fere a terra, fere também os filhos da terra.”
(Cacique Seattle, 1854)

RESUMO

O presente trabalho avalia os pontos críticos de atropelamento de animais silvestres e domésticos em cinco rodovias: SP-334, SP-255, SP-318, SP-345 e SP-330, operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo, além de revisar a literatura referente aos impactos causados pelas rodovias sobre a fauna. Os dados de atropelamento foram coletados diariamente pela equipe de inspeção das rodovias, os quais foram analisados entre 2011 e 2013 para animais domésticos e os dados entre 2009 e 2013 para animais silvestres. Durante o período estudado foram atropelados 1.007 animais silvestres e 1.264 animais domésticos. Dentre os silvestres houve uma predominância de atropelamentos de mamíferos, principalmente das famílias *Hydrochaeridae* e *Canidae* e houve registros de espécies ameaçadas de extinção. Dentre os domésticos houve uma predominância de atropelamentos de cachorros. Para cada rodovia estudada foram apontados os pontos críticos de atropelamento (*hotspots*). Dentre estes pontos foram observados, para fauna silvestre, pontos críticos em áreas próximas às Unidades de Conservação e em locais com passagens de fauna já instaladas; para fauna doméstica os pontos críticos concentraram-se principalmente onde a rodovia atravessa áreas urbanas. Por meio de uma análise do entorno foram propostas medidas mitigadoras específicas para cada *hotspot* de fauna silvestre. Foram também propostas medidas mitigadoras de caráter geral para diminuição dos atropelamentos de animais domésticos.

Palavras-chave: ecologia de estradas, atropelamentos, fauna silvestre, medidas mitigadoras

ABSTRACT

This paper evaluates the critical points of vehicle collisions of wild and domestic animals in five highways: SP-334, SP-255, SP-318, SP-345 and SP-330, operated by a concessionaire in the northeastern region of the state of São Paulo in addition to reviewing the literature on the impacts of highways on wildlife. Data was collected daily by the highway staff through collision inspection. Data collected between 2011 and 2013 for domestic animals and between 2009 and 2013 for wild animals were analyzed. During the study period 1007 wild animals and 1264 domestic animals were hit in these highways. Amongst the wild animals hit by cars, there it was a predominance of mammals, especially the families *Canidae* and *Hydrochaeridae* and there were records of endangered species. Among the domestic animals, there was a predominance of running over dogs. For each studied road were identified collisions hotspots. Among these critical points were observed for wildlife points near the protected areas and in places with wildlife crossings areas already established; for domestic fauna the hotspots were located mainly where the highway crosses urban areas. Through an analysis of the environment were specific mitigation measures proposed for each hotspot for wildlife. Mitigation measures to reduce the overall impact of running over domestic animals were also proposed.

Keywords: ecology of roads, trampling, wildlife, mitigating measures

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rodovia Cândido Portinari, SP-334, do km 318+000 ao km 406+000, entre Ribeirão Preto e Franca	25
Figura 2 – Rodovia Antonio Machado Sant’Anna, SP-255, do km 2+800 ao km 83+200, entre Ribeirão Preto e Araraquara	25
Figura 3 – Rodovia Engenheiro Thales de Lorena Peixoto Júnior, SP-318, do km 235+400 ao km 280+000, entre São Carlos e o entroncamento com a SP-255, no município de Rincão	26
Figura 4 – Rodovia Engenheiro Ronan Rocha, SP-345, do km 10+500 ao km 36+000, entre Itirapuã e Franca	26
Figura 5 – Rodovia Anhanguera, SP-330/ BR-050, do km 240+500 ao km 318+500, entre Santa Rita do Passa Quatro e Ribeirão Preto	27
Figura 6 – Distribuição dos animais atropelados por classe em porcentagem	39
Figura 7 – Distribuição da frequência dos mamíferos atropelados por família	40
Figura 8 – Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-255	43
Figura 9 – Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-318	44
Figura 10 – Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-330	45
Figura 11 – Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-334	47
Figura 12 – Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-345	49
Figura 13 – Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-255 ...	51
Figura 14 – Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-318 ...	52
Figura 15 – Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-330 ...	53
Figura 16 – Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-334 ...	54
Figura 17 – Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-345 ...	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume Diário Médio (VDM) nas rodovias SP-334, SP-255 e SP-330	28
Tabela 2 – Informações sobre os municípios afetados pela malha viária estudada	30
Tabela 3 – Total de animais atropelados por ano nas rodovias estudadas	33
Tabela 4 – Distribuição do atropelamento de animais nas rodovias estudadas	33
Tabela 5 – Índice de atropelamento de animais por rodovia	34
Tabela 6 – Espécies de animais silvestres atropelados	34
Tabela 7 – Índice de atropelamento de animais silvestres por rodovia	41
Tabela 8 – Índice de atropelamento de animais domésticos por rodovia	50
Tabela 9 – Pontos críticos de atropelamento (<i>hotspots</i>) de animais silvestres e domésticos	56
Tabela 10 – Passagens de fauna na Rodovia SP-255	57
Tabela 11 – Passagens de fauna na Rodovia SP-334	57
Tabela 12 – Propostas de medidas mitigadoras específicas para alguns pontos críticos de atropelamento de animais silvestres	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVO	11
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1.	Rodovias no estado de São Paulo	12
3.2.	Impactos ambientais causados pelas rodovias	12
3.3.	Atropelamento da fauna em rodovias	15
3.4.	Medidas mitigadoras adotadas para minimização do atropelamento da fauna	18
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1.	Materiais	24
4.2.	Métodos	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1.	Atropelamento de animais silvestres	34
5.2.	Espécies de animais silvestres atropeladas ameaçadas de extinção	41
5.3.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres	42
5.3.1.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-255	43
5.3.2.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-318	44
5.3.3.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-330	45
5.3.4.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-334	47
5.3.5.	Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-345	48
5.4.	Atropelamento de animais domésticos	49
5.5.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos	50
5.5.1.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-255	50
5.5.2.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-318	51
5.5.3.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-330	52
5.5.4.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-334	53
5.5.5.	Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-345	55

5.6. Pontos críticos de atropelamentos de silvestres x domésticos	56
5.7. Eficácia das passagens de fauna implantadas	56
6. RECOMENDAÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS	58
6.1. Animais Silvestres	58
6.2. Animais Domésticos	63
6.3. Banco de Dados	64
7. CONCLUSÃO	65
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICE A	72
APÊNDICE B	80

1. INTRODUÇÃO

As rodovias representam o modal de transporte predominante no Brasil e no Estado de São Paulo. De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT), em 2013 no Brasil, cerca de 65% da movimentação de cargas e 90% da movimentação dos passageiros ocorreram pelas rodovias.

Segundo dados da Secretaria de Logísticas e Transportes de São Paulo (2014), o Estado de São Paulo possui trinta e cinco mil quilômetros de rodovias, o que possibilita que 90% da população estejam a menos de cinco quilômetros de uma rodovia pavimentada, e que 93% da carga sejam transportadas por este modal. Assim, cerca de 4% de seu território está sob influência ecológica das estradas (SOUSA et al., 2009).

A implantação e operação de rodovias causam impactos sobre o ambiente natural, tais como: destruição e fragmentação de habitats da vida selvagem, perda e afugentamento de espécimes de fauna durante a construção, modificação do comportamento animal, barreira à movimentação, fragmentação de populações, disseminação de espécies exóticas, estresse sobre a vegetação nativa remanescente, alteração do ambiente físico e químico e perda de espécimes da fauna por atropelamento (SANCHEZ, 2008; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; COMMITTEE ON ECOLOGICAL IMPACTS OF ROADS DENSITY, 2005). Devido à matriz de transporte que prioriza o modal rodoviário, os atropelamentos da fauna em rodovias atingem níveis muito altos (BAGATINI, 2006). A mortalidade pelo atropelamento pode reduzir a população e afetar a sobrevivência de algumas espécies, principalmente daquelas ameaçadas de extinção (COMMITTEE ON ECOLOGICAL IMPACTS OF ROADS DENSITY, 2005).

Os atropelamentos podem ser minimizados através da implantação de medidas preventivas ou mitigadoras. As medidas preventivas são aquelas tomadas principalmente antes da implantação da rodovia, e impedem ou diminuem as situações em que os veículos e a fauna venham a se encontrar. As medidas mitigadoras são aquelas tomadas com o objetivo de diminuir a mortalidade da fauna por atropelamento, uma vez que já existam as condições para o encontro de animais e veículos (PRADA, 2004).

A mitigação dos atropelamentos nas estradas é usualmente realizada pela implantação de estruturas que facilitem, de forma segura, a travessia ou impeçam a passagem da fauna pela estrada, levando-se em conta o tipo de fauna impactada, o tipo de vegetação nas margens da rodovia e o relevo local (ANDRADE; MOURA, 2011). No entanto, podem ser

também tomadas outras medidas como educação ambiental dos usuários através de campanhas de conscientização, instalação de placas informativas, implantação de redutores de velocidade e fiscalização eletrônica em trechos críticos (PRADA, 2004).

A ecologia de estradas estuda as relações entre o ambiente natural e o sistema rodoviário, envolvendo uma melhor compreensão dos efeitos ecológicos com todas as dimensões do desenvolvimento de estradas (COMMITTEE ON ECOLOGICAL IMPACTS OF ROADS DENSITY, 2005; FORMAN et al., 2003). A preocupação da comunidade científica brasileira com os impactos de empreendimentos viários à fauna selvagem é recente, sendo que o primeiro trabalho publicado no Brasil data de 1995 (BAGER et al., 2007), havendo ainda muito a ser estudado para aumentar o conhecimento sobre o assunto, principalmente nas condições das estradas brasileiras.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar os pontos críticos de atropelamento de animais em rodovias operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo, e propor medidas mitigadoras para redução destes atropelamentos. Com isso, espera-se contribuir com a avaliação de impactos ambientais da implantação e operação de rodovias no Estado de São Paulo, com os estudos de ecologia de estradas e com os processos de licenciamento ambiental de rodovias analisados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Rodovias no Estado de São Paulo

A malha viária pavimentada do Estado de São Paulo tem um total de trinta e cinco mil quilômetros – sendo vinte e dois mil estaduais, mil e cinquenta federais e mais de doze mil de estradas vicinais pavimentadas. Esse sistema possibilita que 90% da população do Estado esteja a menos de 5 quilômetros de uma rodovia pavimentada. De toda a carga movimentada no Estado, 93% é transportada por esse modal (SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES, 2014). Dos vinte e dois mil cento e um quilômetros de rodovias estaduais, seis mil quinhentos e setenta e nove quilômetros são concessões rodoviárias (DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, 2013).

De acordo com a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP, 2014), o Programa de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo foi instituído em março de 1998. As concessões têm como finalidade suprir as necessidades de investimentos na infraestrutura de transportes, bem como o conforto e a segurança dos usuários. Atualmente existem dezenove concessionárias atuando nas estradas paulistas.

Cerca de 4% do território do Estado de São Paulo está sob a influência ecológica das estradas. As estradas de pista simples (onde há somente um pavimento asfáltico compartilhado pelos veículos nos dois sentidos de circulação) são aquelas com maior área de influência ecológica no Estado, com 2,27%, seguidas pelas estradas de pista dupla (estradas que possuem duas faixas de rolamento em cada direção com barreira física central) com 1,54%, e por último pelas estradas não-pavimentadas com 0,06%. Setenta das cento e doze Unidades de Conservação (UCs) do Estado de São Paulo são afetadas pelas estradas (SOUSA et al., 2009).

3.2. Impactos ambientais causados pelas rodovias

Conforme Sanchez (2008); Trombulak e Frissell (2000) e Committee on Ecological Impacts of Roads Density (2005), a implantação e operação de rodovias causam impactos sobre o ambiente natural, tais como:

- Destruição e fragmentação de *habitats* da vida selvagem;
- Perda e afugentamento de espécimes de fauna durante a construção;
- Modificação do comportamento animal, pelo fato da estrada ser uma barreira à movimentação da fauna, que pode evitar a estrada tanto por causa da modificação do *habitat* como pelo tráfego;
- Fragmentação de populações devido a um incremento na mortalidade e modificação do comportamento dos animais, que ficam menos propensos a atravessarem a estrada;
- Isolamento genético das populações com conseqüente declínio da biodiversidade e extinção local de populações;
- Disseminação de espécies exóticas pela perturbação das comunidades nativas, alteração dos habitats físicos e facilidade da movimentação destas espécies;
- Estresse sobre a vegetação nativa remanescente com a criação de efeito de borda nos fragmentos;
- Alterações hidrológicas e geomorfológicas das bacias hidrográficas e da paisagem, causando mudanças importantes em dinâmica fluvial, produção de sedimentos e equilíbrio químico, e causando alterações no funcionamento de áreas de várzea e ribeirinhas;
- Alteração da qualidade da água por poluentes que se acumulam no pavimento, resíduos do uso do veículo, lixo, uso da terra adjacente, deposição atmosférica de poluentes, derramamento de produtos perigosos, entre outros fatores que afetam a qualidade da água;
- Alteração da qualidade do ar pela emissão de poluentes provenientes dos veículos que trafegam na rodovia;
- Alteração do ambiente físico como: temperatura, umidade do solo, incidência de luz, poeira, ruído, deslizamentos e compactação do solo;
- Maior alteração e utilização de *habitats* por seres humanos, facilitando o acesso a áreas anteriormente remotas, aumentando a exploração dos recursos naturais e causando mudanças no uso do solo e dos recursos hídricos; e
- Perda de espécimes da fauna por atropelamento.

Muitos dos efeitos de estradas no ambiente são causados por outras formas de atividade humana e uso da terra. Impactos da agricultura, urbanização, práticas florestais e de produção são, em muitos aspectos semelhantes e, por vezes inter-relacionados com os impactos das estradas. Além disso, as estradas possuem efeitos cumulativos associados às linhas de transmissão, oleodutos, condomínios residenciais, distritos industriais. Novas estradas estão frequentemente associadas ao desenvolvimento de outras atividades que se beneficiam de sua implantação, como indústrias e loteamentos residenciais (COMMITTEE ON ECOLOGICAL IMPACTS OF ROADS DENSITY, 2005).

Em relação à fauna, os impactos de rodovias ocorrem em quatro principais formas: pela fragmentação, perturbação, mortalidade direta e indireta. Esses impactos podem ter efeitos negativos consideráveis sobre as populações, especialmente quando consideradas em combinação com outras fontes de mortalidade e perda de *habitat*. A fragmentação se refere às alterações em um *habitat* original, onde um *habitat* contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos, mais ou menos isolados.

De acordo com o U.S. Department of Transportation (2011) alguns animais silvestres são mais vulneráveis à perda de *habitat* do que outros. Os animais que possuem grandes necessidades de área, que são encontrados em baixas densidades, ou que têm baixas taxas reprodutivas tendem a serem os mais sensíveis à perda de *habitat* induzida por rodovias. Grandes carnívoros são particularmente vulneráveis aos impactos da estrada e a densidade da malha rodoviária, que para algumas espécies de carnívoros pode limitar a sua distribuição.

A perturbação causada pelas rodovias por barulho e luzes pode ser mais pronunciada durante a época de reprodução, mas também pode afetar outros períodos de vida, principalmente da avifauna (JACOBSON, 2005). Algumas espécies somente cruzam a rodovia até um determinado volume de tráfego e até um ponto em que a sensibilidade ao ruído impeça a travessia (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL, 2012).

A questão do impacto das rodovias é agravada em relação à vegetação nativa e a biodiversidade, especialmente para as espécies mais sensíveis, porque se inserem em um contexto de paisagens naturais cada vez mais afetadas pela ação humana. A conservação da biodiversidade fica concentrada em fragmentos de mata nativa ou em áreas protegidas como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Unidades de Conservação, que

formam ilhas em meio a paisagens heterogêneas e alteradas, sendo comum rodovias cruzarem ou margearem áreas protegidas ou ambientalmente sensíveis, potencializando os problemas para a conservação da biodiversidade (BAGATINI, 2006; SOUSA et al., 2009).

Freitas et al. (2009), concluíram em seu trabalho que a proximidade das estradas influenciou negativamente a cobertura florestal. O aumento da densidade de estradas foi um dos fatores que acarretaram a perda de cobertura florestal, já que esta foi menor nas proximidades das estradas. Os autores sugerem que as estradas sejam consideradas como um facilitador dos agentes de desflorestamento e como um fator adicional relevante para definir estratégias de conservação e restauração de florestas tropicais e de sua biodiversidade.

3.3. Atropelamento de animais em rodovias

O atropelamento de animais e a consequente perda das espécies por mortalidade é um dos principais impactos ambientais causados pela operação das rodovias.

De acordo com Lima e Obara (2004), os atropelamentos ocorrem em função de dois aspectos principais:

1º - A rodovia corta o *habitat* de determinada espécie, interferindo na faixa de deslocamento natural da mesma.

2º - A rodovia apresenta disponibilidade de alimentos que servem de atrativo para fauna.

Neste último caso, a presença de alimentos (grãos, sementes, frutas, plantas herbáceas, entre outros) na pista ou próxima dela, atua como atrativo para os animais silvestres que tem este hábito alimentar, podendo resultar no atropelamento do animal, cujo cadáver pode atrair a presença de outros animais necrófagos, criando-se um ciclo de atropelamento (LIMA; OBARA, 2004).

No Brasil, os dados existentes sobre atropelamento de fauna generalizam os acidentes, sem diferenciar a doméstica e a selvagem (BAGER et al., 2003). A abordagem em pesquisas dos atropelamentos da fauna doméstica é importante para a designação de pontos críticos de colisões veículo-animal, que podem ser os mesmos pontos críticos de atropelamento da fauna silvestre e também com a finalidade de implantar medidas nestas áreas que vão minimizar os danos causados aos motoristas (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS

RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL, 2012), principalmente nos casos de animais domésticos de grande porte como bois e cavalos.

Os acidentes afetam geralmente espécies generalistas, que possuem alto grau de tolerância e capacidade de aproveitar eficientemente diferentes recursos oferecidos pelo ambiente, onde um aumento na taxa de mortalidade é compensado pela alta taxa de reprodução. No entanto, se o aumento na taxa de mortalidade ocorrer em populações naturais (conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que ocupam uma certa área, num determinado tempo) reduzidas de espécies, na qual a dinâmica reprodutiva determina uma baixa capacidade de reposição dos indivíduos, haverá uma forte fonte de pressão negativa sobre a manutenção dessas populações (TUMELEIRO et al., 2006).

O atropelamento pode ser indicado como causa importante de perda populacional em rodovias que cortam unidades de conservação, cujas áreas totais são pequenas ou que possuem em seu interior espécies ameaçadas de extinção, ou então para populações animais pouco numerosas, nas quais cada caso de animal silvestre atropelado representa uma perda significativa para o total da comunidade (BAGATINI, 2006; LIMA; OBARA, 2004).

Existe ainda pouco conhecimento sobre a relação dos padrões de fragmentação da paisagem e as ocorrências de atropelamento e o conseqüente impacto gerado sobre as populações naturais. Porém a fisionomia da paisagem, especialmente a fragmentação florestal, é um fator que deve ser considerado para o entendimento da dinâmica dos atropelamentos nas rodovias, juntamente com a distribuição da rede de drenagem ou hidrográfica (BUENO et al., 2009).

Bueno et al. (2009) observaram um maior número de atropelamentos em área de Mata Atlântica com maior concentração de florestas e fragmentos de maior porte, e também observou que a rede de drenagem influi positivamente sobre os atropelamentos.

Além de prejuízos ecológicos, os atropelamentos também geram impactos para os usuários das rodovias (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL, 2012), pois causam acidentes fatais e não fatais e altos custos financeiros para o reparo de seus veículos e pagamento de seguros.

As estradas são vistas, morfológica e funcionalmente, como corredores para muitas espécies de animais, sobretudo mamíferos de médio e grande porte, que as utilizam como rota de deslocamento, aumentando a probabilidade de atropelamentos (ROSA, 2012).

A avifauna é um grupo bastante vulnerável aos atropelamentos por se deslocarem bastante e, portanto cruzarem a rodovia com maior frequência; serem susceptíveis ao forte deslocamento de ar provocado pelos veículos em alta velocidade; serem atraídas para alimentação por capim e árvores frutíferas na beira da rodovia, grãos na pista e insetos atraídos pela iluminação e; por terem espécies ativas durante o dia e a noite, expondo-as aos atropelamentos por um período maior (JACOBSON, 2005).

Anfíbios podem ser especialmente vulneráveis a atropelamentos porque seus ciclos biológicos envolvem uma fase terrestre e uma aquática, o que obriga muitas espécies a realizarem migrações sazonais entre áreas úmidas e secas. Além disso, os indivíduos são imperceptíveis e, por vezes lentos (ASCENSÃO; MIRA, 2006; TROMBULAK; FRISSELL, 2000). No entanto, anfíbios e répteis têm movimentação menor que aves e mamíferos, o que pode expô-los, com menor frequência, às rodovias. Além disso, os anfíbios, 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 (PRADA, 2004). Répteis, pelo seu comportamento exotérmico, podem procurar a rodovia em busca de calor e assim ficarem expostos a acidentes.

Os carnívoros são muito expostos a atropelamentos por terem grandes áreas de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) a percorrer e por isso precisarem atravessarem a estrada várias vezes. Também são atraídos a elas devido ao hábito da necrofagia (ato de consumir cadáveres). 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 (PRADA, 2004).

Nos estudos sobre atropelamento da fauna é preciso atentar para o fato que muitos animais, após serem atingidos por veículos, podem se afastar das rodovias, morrendo em outro local; outros podem, simplesmente, escapar à visualização do observador, principalmente os de pequeno porte; ou ser retirados da pista por necrófagos, ou ainda removidos por pessoas estranhas ao trabalho, não sendo amostrados (BAGATINI, 2006).

O conhecimento dos padrões de atropelamento é uma ferramenta importante na análise dos impactos trazidos por uma rodovia e na tomada de decisões para mitigar este impacto.

3.4. Medidas mitigadoras adotadas para minimização do atropelamento da fauna

Os atropelamentos podem ser minimizados com a implantação de medidas preventivas ou mitigadoras. As medidas preventivas são aquelas tomadas principalmente antes da implantação da rodovia, e impedem ou diminuem as situações em que os veículos e os animais venham a se encontrar. As medidas mitigadoras são aquelas tomadas com o objetivo de diminuir a mortalidade de animais por atropelamento, uma vez que já existam as condições para o encontro de animais e veículos (PRADA, 2004).

As medidas mitigadoras podem ainda ser divididas em duas categorias: modificação do comportamento dos motoristas ou modificação do comportamento dos animais. Geralmente, a modificação do comportamento dos motoristas envolve limites de velocidade e sinalização, enquanto que a modificação no comportamento dos animais envolve alteração no *habitat* ou a instalação de estruturas de travessia para animais (ANDRADE; MOURA, 2011).

Em casos onde a conectividade deve ser restabelecida, é necessário que sejam implantados corredores, como as passagens de fauna. Essas estruturas têm como objetivo manter a comunicação entre as diversas populações, e entre estas e os diferentes *habitats* necessários a sua sobrevivência. O grande desafio é projetar passagens adequadas para que elas sejam estruturas que conectem os ambientes estrutural e funcionalmente (ABRA, 2012; ASCENSÃO; MIRA, 2006).

A presença de corredores que permitam a ligação entre manchas de *habitat* favorável tem sido referida como uma das principais medidas no planejamento e gestão da conservação animal. A conectividade entre estas parcelas minimiza os efeitos negativos da fragmentação ao permitir a circulação de indivíduos entre diferentes populações, e com isso a estabilidade nas relações de dinâmica populacional. As passagens hidráulicas, originalmente pensadas e desenhadas para permitir a livre circulação das águas, podem contribuir de forma decisiva na mitigação não só dos efeitos de fragmentação, mas também

na minimização significativa dos níveis de mortalidade por atropelamento em diversas espécies (ASCENSÃO; MIRA, 2006).

A implantação de estruturas que facilitem de forma segura a travessia ou impeçam a passagem da fauna pela estrada, devem levar em conta o tipo de fauna impactada, as espécies afetadas, as taxas de atropelamento, o tipo de vegetação nas margens da rodovia e o relevo local (ANDRADE & MOURA, 2011; BAGER et al., 2003).

As passagens de fauna podem ser classificadas em subterrâneas e aéreas. Dentre as passagens subterrâneas, também conhecidas com passagens inferiores de fauna (PIFs), existem as galerias, que aproveitam bueiros do sistema de drenagem da obra ou que são construídas especificamente para este fim, e que servem para a drenagem de água pluviais ou fluviais concomitantemente com a travessia de fauna aquática ou semi-aquática e as caixas secas construídas para animais que não se deslocam em ambientes úmidos (ABRA, 2012; BAGATINI, 2006).

Conforme Abra (2012), em relação às passagens aéreas, existem passagens áreas para vertebrados arborícolas, principalmente primatas, que consistem em estruturas para unir as copas das árvores de fragmentos florestais atravessados por rodovias. Há também viadutos de fauna que são estruturas construídas para promover o fluxo de fauna, principalmente de vertebrados de grande porte e que são muito usadas na Europa e na América do Norte.

Além disso, estruturas construtivas como túneis, pontes e viadutos podem ser consideradas estruturas de mitigação visto que promovem a conectividade da paisagem e permitem o fluxo de fauna entre os fragmentos cortados por rodovias (ABRA, 2012).

A maior efetividade das passagens de fauna é atingida quando existe um direcionador (cercas) que serve como guia para as aberturas das passagens. Essas cercas devem ser instaladas na direção das rotas migratórias que existam para as espécies locais, assim como ser longas o bastante para prevenir que animais acessem as estradas ao atingirem os limites laterais da cerca. As cercas devem ser posicionadas apenas nas proximidades dos túneis, por no mínimo 100m de cada lado e de ambos os lados da estrada. Cercas defeituosas ou permeáveis resultam na redução do uso das passagens de fauna e no aumento das colisões entre veículos e animais. A instalação da cerca sem as passagens de fauna pode funcionar como um intensificador do efeito de fragmentação causado pela estrada, pois criam uma barreira ao movimento, limitam o acesso a recursos importantes para a espécie e a

sobrevivência em longo prazo da população (ANDRADE; MOURA, 2011; BAGER et al., 2003; U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2011).

No trabalho de Bager et al. (2003), foi constatado que o tamanho da malha da tela nas porções inferiores da cerca determinou a morte de inúmeros animais de pequeno porte, os quais permaneceram presos ao tentarem ultrapassá-la. As cercas somente foram efetivas para três espécies: a capivara, o rato do banhado e a lontra, sendo que as demais espécies foram capazes de transpor o sistema utilizando-se de estratégias de escavação, escalação e salto.

Devido à importância que os cursos d'água possuem na sobrevivência e, portanto no deslocamento de muitas espécies, os tubos de drenagem de água fluvial podem em muitos casos ser adaptados para a travessia de fauna. Esta adaptação deve contemplar critérios mínimos, de forma a permitir a passagem de mamíferos de médio e grande porte, o que consequentemente permitirá a passagem de animais de pequeno porte. É importante que nestas estruturas sejam implantadas plataformas secas para que contemplem também a travessia de espécies que não tem preferência por passagens úmidas e para que os animais possam ter uma via alternativa de deslocamento em períodos de altas precipitações pluviométricas (ABRA, 2012).

Um problema que pode vir da construção das PIFs é a escuridão que se formará dentro delas. Uma vez que a luz exerce um importante papel no deslocamento dos animais, a sua ausência pode resultar em hesitação das espécies em entrarem nas passagens, ou mesmo que eles entrem e depois retornem, sem atravessá-lo (ANDRADE; MOURA, 2011).

Além da construção de estruturas para transposição da fauna, as medidas mitigadoras para minimização dos impactos decorrentes do atropelamento da fauna, podem abranger ações para redução do limite de velocidade, emprego de obstáculos como sonorizadores na pista, sinalização, fiscalização rigorosa (radares, por exemplo), multa dos infratores, e educação ambiental dos usuários como distribuição de panfletos e sinalização vertical (BAGATINI, 2006; BAGER et al., 2003; BUENO et al., 2005).

Também são consideradas medidas mitigadoras: evitar o desenvolvimento de espécies da flora atrativas às margens das rodovias, e manter baixa a vegetação de uma faixa de no mínimo dois metros às margens da rodovia, através da capina realizada a intervalos curtos e regulares. Esta faixa de segurança evita o deslocamento da fauna pelo acostamento e

melhora a visibilidade do animal antes de atravessar a rodovia, aumentando o tempo de resposta do motorista (BAGATINI, 2006; BAGER et al., 2003).

Medidas mitigadoras aplicadas em pontos específicos, como estruturas de passagem de fauna, placas, redutores físicos de velocidade, serão mais eficazes se o ponto de instalação for aquele onde realmente são necessárias. Optar pela análise dos locais com maior probabilidade da ocorrência de acidentes, para que se instalem medidas que os evitem, parece ser a forma mais eficiente de se tratar o impacto das rodovias na fauna. Assim, é necessário identificar pontos onde ocorre um número de atropelamentos significativos (*hotspots*). Uma distribuição sem agrupamentos significativos sugere que não existe um local efetivamente com maior mortalidade, e a localização de uma medida mitigadora ao atropelamento em qualquer trecho da rodovia teria o mesmo efeito (ASCENSÃO; MIRA, 2006; BAGATINI, 2006; IBRAM, 2012).

Em trechos de rodovias sem pontos críticos e/ou em paisagens homogêneas as passagens de fauna poderiam ser instaladas a intervalos regulares, sendo que a distância mínima entre as passagens deveria variar de acordo com o grupo taxonômico almejado para mitigação. Seria conveniente calcular a média de deslocamento diário das espécies do grupo faunístico a ser contemplado pelas PIFs e, a partir disso, calcular a distância mínima necessária entre PIFs para cada espécie de interesse, bem como uma distância média para a fauna de vertebrados da região, em geral (ABRA, 2012).

De acordo com U.S. Department of Transportation (2011) em paisagens mais fragmentadas, com poucas áreas de habitat natural será necessário um menor número de passagens de fauna quando comparado com paisagens mais conservadas e menos fragmentadas.

Abra (2012) sugere que a distância mínima entre PIFs seja de 3 a 4 km para rodovias que não estejam situadas próximas ou dentro de Unidades de Conservação. Essa distância entre PIFs contemplaria em sua grande parte a travessia de mamíferos de médio e grande porte, não sendo suficiente para répteis, aves, anfíbios e pequenos mamíferos. No caso de rodovias que cortem ou margeiem Unidades de conservação, bem como as áreas prioritárias para conservação, a autora sugere que a distância entre PIFs seja menor que em rodovias localizadas fora dessas áreas, portanto, menor que 3 km de distância. De acordo com o U.S. Department of Transportation (2011) os projetos de passagens de fauna em várias partes do

mundo são variáveis quanto ao espaçamento, porém com uma média de 1,2 km de distância.

De qualquer forma, a implantação de passagens de fauna não pode levar os animais para locais de onde eles não tenham para onde ir. As passagens devem ser ligadas a uma paisagem regional de *habitats* que permitam aos animais dispersarem-se e moverem-se livremente, fazendo parte de uma rede maior de corredores ecológicos. O planejamento da localização das passagens não deve levar em conta somente o uso atual da terra, mas deve incorporar mudanças futuras possíveis ou já projetadas no uso do solo, e garantir que estas estruturas permaneçam funcionais ao longo dos anos, já que possuem uma vida útil em torno de setenta e cinco anos. Outro ponto que deve ser considerado em um planejamento em longo prazo são as mudanças de *habitats* e do uso do solo decorrentes de alterações climáticas (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2011).

Para atropelamentos de aves algumas medidas mitigadoras específicas são plantios de árvores altas nas duas margens a certa distância da pista, obrigando as aves a voarem a uma altura superior a dois veículos para cruzarem a rodovia (BAGATINI, 2006). Em obras de arte especiais (OAEs) como viadutos e pontes que cruzem áreas naturais podem ser instalados cercas ou postes de metal (BARD et. al., 2002) na beira destas estruturas, de forma que as aves cruzem a rodovia a uma altura segura do tráfego, evitando colisões.

Vale ressaltar a influência da forma de divisão das pistas no atropelamento da fauna, fator que deve ser considerado na implantação e duplicação de rodovias. A divisão das pistas por barreira rígida de concreto pode fazer com que os animais que tentem cruzar a rodovia fiquem presos em uma das pistas, sem conseguirem transpor a barreira ou voltarem para o fragmento de onde vieram, portanto mais sujeitos aos atropelamentos. Intervalos de espaçamento em barreiras deste tipo, ou o uso de canteiros centrais ou defesa metálica na divisão das pistas pode facilitar a transposição da fauna que chega a cruzar a rodovia.

A maioria dos sistemas de proteção objetiva suprir uma problemática generalizada, destinando-se a reduzir impactos de uma grande gama de espécies. Esses sistemas são muito mais complexos e exigem o planejamento diferenciado conforme a biologia e a ecologia das espécies que se pretende proteger. De qualquer forma, um sistema de proteção delineado para proteger uma espécie terá uma grande probabilidade de trazer benefícios para outras espécies (BAGER et al., 2003).

Neste caso, pode-se pensar no conceito de espécies guarda-chuva que são aquelas usadas para especificar o tamanho e tipo de habitat a ser protegido, a fim de acolher outras espécies. Estas espécies podem ser usadas como indicadoras no planejamento e monitoramento da conservação, sob a perspectiva de que, se formos capazes de preservar populações viáveis destas espécies, iremos preservar habitat suficiente para inúmeras outras espécies com necessidades de área menor (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL, 2012).

No Brasil e principalmente no Estado de São Paulo, uma das espécies mais atropeladas e, portanto considerada como alvo para se trabalhar com implantação de medidas mitigadoras é a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Esta espécie está normalmente associada a cursos d'água e pelo seu tamanho e hábito de se deslocar em bando é causa de muitos acidentes e uma ameaça à segurança dos usuários (ABRA, 2012).

Antes de se estruturar um sistema de proteção à fauna é preciso lembrar a impossibilidade da criação de um sistema perfeito, que reduza as taxas de atropelamento a zero e elimine por completo os impactos negativos. Assim, é preciso estabelecer prioridades em relação às espécies que se deseja proteger: espécies comuns com altas taxas de atropelamento ou espécies com menores taxas de atropelamento, porém ameaçadas de extinção ou importantes para conservação (BAGER et al., 2003).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Materiais

As rodovias analisadas no presente estudo são operadas por uma concessionária dentro do Programa de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo. Elas estão localizadas na região nordeste do Estado e abrangem um total de 316,5 quilômetros, as quais são:

- SP-334 – Rodovia Cândido Portinari, localizada entre os municípios de Ribeirão Preto e Franca, do km 318+000 ao 406+000, abrangendo um total de 88 quilômetros (Figura 1);
- SP-255 – Rodovia Antonio Machado Sant’Anna, localizada entre os municípios de Ribeirão Preto e Araraquara, do km 2+800 ao 83+200, abrangendo um total de 80,40 quilômetros (Figura 2);
- SP-318 – Rodovia Engenheiro Thales de Lorena Peixoto Júnior, localizada entre o município de São Carlos e o entroncamento com a SP-255, no município de Rincão, do km 235+400 ao km 280+000, abrangendo um total de 44,60 quilômetros (Figura 3);
- SP-345 – Rodovia Engenheiro Ronan Rocha, localizada entre os municípios de Itirapuã e Franca, do km 10+500 ao km 36+000, abrangendo um total de 25,50 quilômetros (Figura 4);
- SP-330 – Rodovia Anhanguera, localizada entre os municípios de Santa Rita do Passa Quatro e Ribeirão Preto, do km 240+500 ao km 318+500, abrangendo um total de 78 quilômetros (Figura 5).

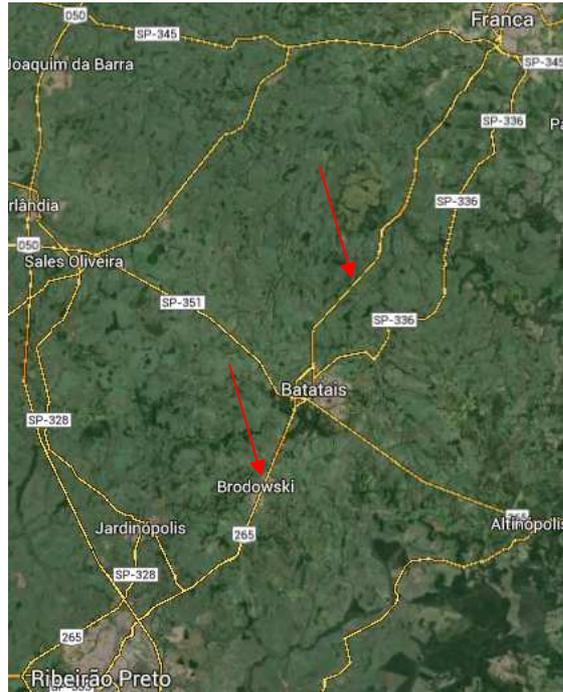


Figura 1 - Rodovia Cândido Portinari, SP-334, do km 318+000 ao km 406+000, entre Ribeirão Preto e Franca.

Fonte: Google Maps, 2014.

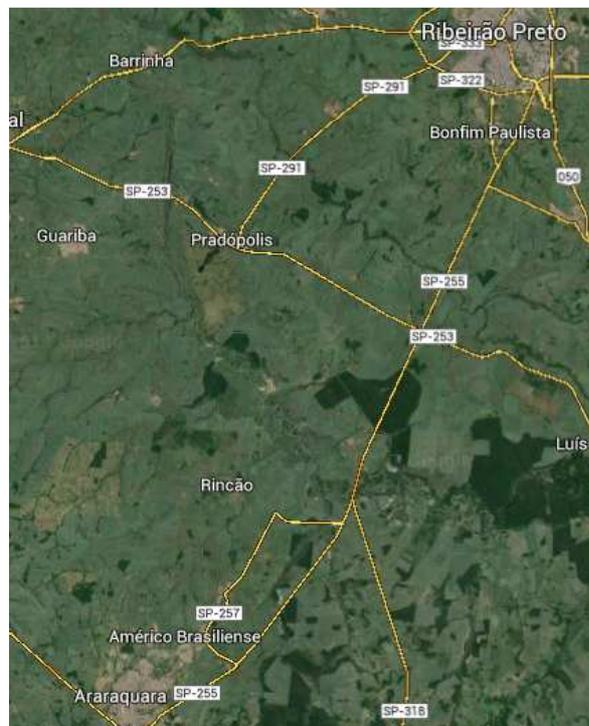


Figura 2 - Rodovia Antonio Machado Sant'Anna, SP-255, do km 2+800 ao km 83+200, entre Ribeirão Preto e Araraquara.

Fonte: Google Maps, 2014.

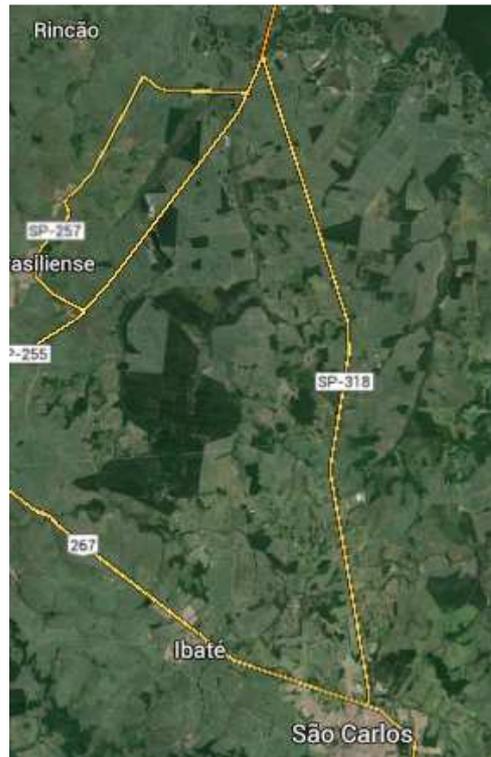


Figura 3 - Rodovia Engenheiro Thales de Lorena Peixoto Júnior, SP-318, do km 235+400 ao km 280+000, entre São Carlos e o entroncamento com a SP-255, no município de Rincão.

Fonte: Google Maps, 2014.



Figura 4 - Rodovia Engenheiro Ronan Rocha, SP-345, do km 10+500 ao km 36+000, entre Itirapuã e Franca.

Fonte: Google Maps, 2014.

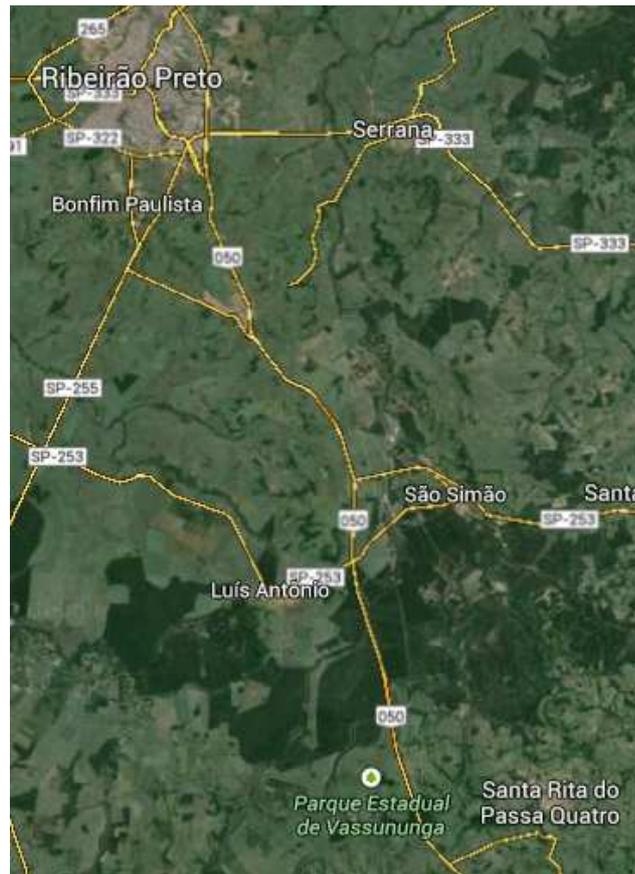


Figura 5 - Rodovia Anhanguera, SP-330/ BR-050, do km 240+500 ao km 318+500, entre Santa Rita do Passa Quatro e Ribeirão Preto.

Fonte: Google Maps, 2014.

Na Tabela 1 são apresentadas as informações do Volume Diário Médio (VDM) dos veículos em trechos das rodovias SP-334, SP-255 e SP-330.

Tabela 1 - Volume Diário Médio (VDM) nas rodovias SP-334, SP-255 e SP-330.

Rodovia	Praça de Pedágio	VDM Total 2010	VDM Total 2011	VDM Total 2012
SP-334	Km 344 Norte	5.697	5.787	5.841
	Km 344 Sul	5.720	5.805	5.860
	Km 374,5 Norte	3.417	3.467	3.522
	Km 374,5 Sul	3.399	3.456	3.500
SP-255	Km 45,5 Norte	3.845	4.075	4.279
	Km 45,5 Sul	3.815	4.063	4.265
SP-330	Km 253,0 Norte	9.037	9.200	9.070
	Km 253,0 Sul	8.968	9.101	8.960
	Km 281,0 Norte	9.074	9.296	9.311
	Km 281,0 Sul	8.910	9.140	9.131
	Km 350,2 Norte	6.577	6.883	6.777
	Km 350,2 Sul	6.376	6.676	6.514
	Km 405,0 Norte	4.993	5.168	4.967
	Km 405,0 Sul	4.766	4.926	4.675

Fonte: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM (2014)

Em áreas urbanas a velocidade máxima permitida é de 80 ou 90 km/h para veículos leves e de 80 km/h para veículos pesados. Em áreas rurais, a velocidade máxima permitida varia de 80 a 120 km/h para veículos leves e de 70 a 90 km/h para veículos pesados, de acordo com número de pistas e o sentido de circulação (DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, 2012).

Todas as rodovias estudadas são pavimentadas. As faixas de rolamento possuem largura de 3 m, as faixas de segurança possuem largura de 1 m e o acostamento varia entre 2,64 e 3,50 m.

A SP-255 está duplicada entre o km 2+800 até o km 48 e entre o km 77 e o km 83, sendo dividida por canteiro central de 5 m e com presença de terceira faixa em alguns trechos. Entre o km 48 e o km 77 a rodovia é composta por pistas simples, sem divisão, com presença de segunda faixa em alguns trechos.

A SP-318 é composta por pistas simples, sem divisão, com presença de segunda faixa em alguns trechos. Atualmente encontra-se em processo de licenciamento ambiental na CETESB para duplicação do trecho do km 235,4 ao km 249, já tendo recebido Licença Ambiental de Instalação – LI para realização das obras no trecho do km 241 ao km 243,1.

A SP-330 está duplicada em todo o trecho estudado, sendo dividida por canteiro central com largura que varia de 6 m a 29,5 m e com presença de terceira faixa em alguns trechos.

A SP-334 está duplicada em todo o trecho estudado, com presença de terceira faixa em alguns trechos. Ela é dividida por canteiro central de 5 m entre o km 318 e o km 370, entre o km 374 e o km 382 e entre o km 392 e 394, sendo dividida por barreira rígida de concreto tipo *New Jersey* nos demais trechos.

A SP-345 é composta por pista simples, sem divisão entre o km 10+500 e o km 18. Este trecho encontra-se em processo de análise de viabilidade ambiental na CETESB para emissão de Licença Ambiental Prévia – LP para duplicação. O trecho entre o km 18 e o km 36 está duplicado, com divisão por canteiro central de 5 m e presença de terceira faixa em alguns trechos.

A malha viária estudada atravessa uma região composta por 18 municípios, que engloba 1,7 milhões de habitantes, que vivem principalmente da exploração da agroindústria canavieira e bioenergética, somadas às de soja, café, milho, amendoim, além do comércio, indústrias e outras. Diariamente passam pelo sistema aproximadamente 71 mil veículos (AUTOVIAS, 2014; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014).

Os 18 municípios afetados pela malha viária são: Américo Brasiliense, Araraquara, Batatais, Brodowski, Cravinhos, Franca, Guataporá, Itirapuã, Jardinópolis, Luís Antônio, Patrocínio Paulista, Restinga, Ribeirão Preto, Rincão, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro, São Carlos e São Simão (AUTOVIAS, 2014). As informações sobre cada um dos municípios são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Informações sobre os municípios afetados pela malha viária estudada.

Município	Área (km²)	Habitantes	Altitude (m)	Clima¹	Fitofisionomia
Américo Brasiliense	122,738	37.165	712	Cwa	Cerrado
Araraquara	1.003,674	222.036	660	Aw	Cerrado / FES ²
Batatais	849,256	59.654	860	Cwa	FES
Brodowski	278,458	22.797	850	Cwa	FES
Cravinhos	31,398	33.543	797	Cwa	Cerrado / FES
Franca	605,681	336.734	1000	Aw	Cerrado / FES
Guatapar	413,741	7.341	510	Aw	FES
Itirapu	161,118	6.232	860	Cwa	FES
Jardinópolis	502,215	40.640	585	Aw	FES
Luís Antnio	598,767	12.704	673	Aw	Cerrado / FES
Patrocnio Paulista	602,848	13.821	740	Aw	Cerrado / FES
Restinga	245,746	7.054	900	Cwa	FES
Ribeiro Preto	650,955	649.556	531	Aw	Cerrado / FES
Rinco	315,946	10.768	529	Aw	Cerrado / FES
Santa Lcia	154,033	8.613	703	Cwa	Cerrado / FES
Santa Rita do Passa Quatro	754,141	27.411	760	Cwa	Cerrado / FES
São Carlos	1.137,332	236.457	830	Cwa	Cerrado / FES
São Simão	617,252	14.976	620	Aw	Cerrado / FES

¹ Segundo a Classificao Climática de Kppen

Cwa – temperado úmido, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22C.

Aw – tropical úmido, clima de savanas, com inverno seco e chuvas máximas no verão, com temperatura média do mês mais frio maior que 18C.

² FES – Floresta Estacional Semidecidual

Fonte: CEPAGRI (2014); INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014; SENTELHAS, ANGELOCCI (2009); SISTEMA DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS DO BIOTA FAPESP (2014).

As Unidades de Conservação – UCs afetadas pelas rodovias estudadas são:

- Floresta Estadual de Batatais, localizada na Rodovia Cândido Portinari (SP-334), km 347, no município de Batatais. Esta UC é estadual, gerida pelo Instituto Florestal e pertence ao grupo de UCs de uso sustentável.
- Parque Estadual de Vassununga, localizado na Rodovia Anhanguera (SP-330), no município de Santa Rita do Passa Quatro. O Parque possui 4 glebas, sendo que a gleba 1 (Pé-de-gigante) está localizada ao lado da rodovia, entre o km 254 e 258; a gleba 2 (Praxedes) está a aproximadamente 1 km da rodovia, entre o km 249 e 251 e; as glebas 3 (Capetinga Leste) e 4 (Capetinga Oeste) estão localizadas ao lado da rodovia entre o km 244 e 246. Esta UC é federal, gerida pela Fundação Florestal e pertence ao grupo de UCs de proteção integral.
- Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE Cerrado Pé-de-gigante, localizada na Rodovia Anhanguera (SP-330), entre o km 254 e o km 258, no município de Santa Rita do Passa Quatro. Esta UC é federal, gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO e pertence ao grupo de UCs de uso sustentável. (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009, 2014; INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2014; INSTITUTO FLORESTAL, 2014).

4.2. Métodos

Os dados de atropelamentos de animais silvestres e domésticos foram fornecidos na forma de planilhas pela empresa concessionária responsável pelas cinco rodovias estudadas. Foram analisados dados de atropelamento dos anos de 2009 a 2013 para animais silvestres e dos anos de 2011 a 2013 para animais domésticos.

De acordo com a concessionária, as equipes de inspeção da rodovia percorrem os trechos diariamente e dentre suas funções está o recolhimento e destinação dos animais atropelados. Todo animal encontrado é identificado e fotografado, suas informações são anotadas na ficha de atendimento ao usuário e é aberto um evento no Centro de Controle Operacional – CCO. Os animais mortos de médio e pequeno porte são enterrados na faixa de domínio da rodovia e os de grande porte são enviados para aterros sanitários da região. Os animais feridos são levados para um centro de atendimento onde são assistidos por um

médico veterinário. Foram também usados arquivos com os fotos dos animais atropelados para checar a identificação dos animais dada pelos técnicos da empresa.

A concessionária forneceu ainda informações sobre as passagens de fauna localizadas nas rodovias SP-255 e SP-334. As demais rodovias não possuem passagens de fauna nos trechos estudados, segundo informações fornecidas pela concessionária.

Com os dados fornecidos pela concessionária foram calculados pela autora para animais silvestres e domésticos por rodovia: o número total de animais atropelados por ano e por classe de animal; as espécies de animais mais atropeladas e a taxa de animais atropelados por quilômetro. Foi calculado ainda o Índice de Atropelamentos (Número total anual de ocorrências / quilometragem percorrida).

Através da taxa de animais atropelados por quilômetro foram identificados os pontos críticos de atropelamentos. Foram estudadas especialmente as taxas de atropelamento nos pontos onde a rodovia intercepta ou está próxima às Unidades de Conservação, e nos pontos próximos às passagens de fauna.

Com a identificação e análise dos pontos críticos, bem como os pontos localizados nas situações expostas no parágrafo anterior, foram propostas medidas para minimizar o atropelamento de animais nestes locais e nas rodovias como um todo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das planilhas de atropelamento das cinco rodovias estudadas apontou para um total de 1.007 animais silvestres atropelados entre os anos de 2009 e 2013, e um total de 1.264 animais domésticos atropelados entre os anos de 2011 e 2013 conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Total de animais atropelados por ano nas rodovias estudadas.

Ano	Silvestres	Domésticos
2009	215	Sem informação
2010	263	Sem informação
2011	182	443
2012	165	383
2013	182	438
Total	1.007	1.264

Fonte: A autora (2014)

Pode-se observar que existe uma predominância do atropelamento de animais domésticos sobre o atropelamento de animais silvestres, o que pode se relacionar ao fato das rodovias estudadas atravessarem áreas urbanizadas e com poucos remanescentes florestais.

A Tabela 4 apresenta a distribuição destes atropelamentos em cada uma das cinco rodovias estudadas para animais silvestres (S) e animais domésticos (D).

Tabela 4 - Distribuição do atropelamento de animais nas rodovias estudadas.

Ano	SP-255		SP-318		SP-330		SP-334		SP-345	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
2009	65	-	23	-	33	-	84	-	10	-
2010	65	-	26	-	72	-	86	-	14	-
2011	49	59	12	14	41	143	71	174	9	53
2012	31	59	10	11	37	148	78	135	9	30
2013	46	50	14	16	43	149	75	166	4	57
Total	256	168	85	41	226	440	394	475	46	140

Fonte: A autora (2014)

Considerando somente os anos de 2011 a 2013, onde existem dados para domésticos e silvestres, tem-se um total de 1.793 animais atropelados e um índice de atropelamento de 1,89 animais/km/ano conforme apresentado na Tabela 5. Os dados apontam um índice maior nas Rodovias SP-330 e SP-334, enquanto que a Rodovia SP-318 apresenta o menor índice entre as rodovias estudadas. PRADA (2004) encontrou em seu trabalho, também realizado na região nordeste do estado de São Paulo, um índice de atropelamento de 2,49 animais/km/ano, um número que foi considerado alto por ela.

Tabela 5 - Índice de atropelamento de animais por rodovia.

Ano	Índice de atropelamento (animais/km/ano)					Total (316,5 km)
	SP-255 (80,4 km)	SP-318 (44,6 km)	SP-330 (78 km)	SP-334 (88 km)	SP-345 (25,5 km)	
2011	1,34	0,58	2,36	2,78	2,43	1,97
2012	1,12	0,47	2,37	2,42	1,53	1,73
2013	1,19	0,67	2,46	2,74	2,39	1,96
2011-2013	1,26	0,58	2,40	2,65	2,12	1,89

Fonte: A autora (2014)

5.1. Atropelamento de animais silvestres

Em relação aos animais silvestres foram identificados 1.007 atropelamentos de 36 espécies, 25 famílias e 17 ordens em 5 anos (Tabela 6).

Tabela 6 - Espécies de animais silvestres atropelados.

Táxon	SP-255	SP-318	SP-330	SP-334	SP-345	Total
Mamíferos	224	78	198	338	38	876
ORDEM ARTIODACTYLA						
Família Cervidae	3	5	6	3	1	18
<i>Mazama guazoubira</i> e/ou						
<i>Mazama americana</i>	3	5	6	3	1	18
Veado						

Família Suidae	1	0	0	0	0	1
<i>Sus scrofa</i>						
Javali (espécie exótica)	1	0	0	0	0	1
<hr/>						
ORDEM CARNIVORA						
Família Canidae	56	27	34	86	7	210
<i>Cerdocyon thous</i>						
Cachorro-do-mato	10	7	7	16	0	40
<i>Chrysocyon brachyurus</i>						
Lobo-guará	10	7	18	32	3	70
<i>Lycalopex vetulus</i> e/ou						
<i>Pseudalopex vetulus</i>	36	13	9	38	4	100
Raposinha-do-campo						
Família Felidae	11	5	9	10	0	35
<i>Leopardus pardalis</i>						
Jaguaririca	2	3	1	5	0	11
<i>Puma concolor</i>						
Onça-parda	2	0	0	0	0	2
Onça ¹	7	2	8	5	0	22
Família Mustelidae	2	0	1	0	0	3
<i>Lontra longicaudis</i>						
Lontra	2	0	1	0	0	3
Família Procyonidae	2	1	0	3	0	6
<i>Nasua nasua</i>						
Quati	1	1	0	2	0	4
<i>Procyon cancrivorus</i>						
Guaxinim	1	0	0	1	0	2
<hr/>						
ORDEM DIDELPHIMORPHIA						
Família Didelphidae	7	1	2	8	2	20
<i>Didelphis albiventris</i>						
Gambá	7	1	2	8	2	20
<hr/>						
ORDEM LAGOMORPHA						
Família Leporidae	10	6	19	30	1	66
Coelho/ Lebre ²	10	6	19	30	1	66
<hr/>						
ORDEM PRIMATES						
Família Cebidae	7	0	2	1	0	10
Macaco ³	7	0	2	1	0	10
<hr/>						
ORDEM RODENTIA						
Família Agoutidae	0	0	0	0	2	2
<i>Cuniculus paca</i>						
Paca	0	0	0	0	2	2
Família Erethizontidae	2	0	0	4	2	8

<i>Coendou prehensilis</i> e/ou <i>Sphiggurus vilosus</i>	2	0	0	4	2	8
Ouriço						
Família Hydrochaeridae	84	16	108	154	13	375
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	84	16	108	154	13	375
Capivara						
<hr/>						
ORDEM XENARTHRA						
Família Dasypodidae	23	6	6	12	5	52
Tatu	23	6	6	12	5	52
Família Myrmecophagidae	16	11	11	27	5	70
Tamanduá ⁴	9	8	9	16	2	44
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	3	2	0	8	2	15
Tamanduá-bandeira						
<i>Tamandua tetradactyla</i>	4	1	2	3	1	11
Tamanduá-mirim						
Aves	6	1	18	24	3	52
Aves (classificação genérica)	0	0	1	0	0	1
<hr/>						
ORDEM ANSERIFORMES						
Família Anatidae	0	0	11	0	0	11
<i>Netta erythrophthalma</i>	0	0	10	0	0	10
Paturi						
Ganso	0	0	1	0	0	1
<hr/>						
ORDEM STRIGIFORMES						
Família Tytonidae ou Strigidae						
Coruja ⁵	1	0	1	4	0	6
<hr/>						
ORDEM FALCONIFORMES						
Família Falconidae						
Gavião	0	1	0	1	0	2
<hr/>						
ORDEM CARIAMIFORMES						
Família Cariamidae						
<i>Cariama cristata</i>	1	0	4	9	2	16
Seriema						
<hr/>						
ORDEM PELICANIFORMES						
Família Cathartidae						
Urubu ⁶	4	0	1	9	1	15
<hr/>						
ORDEM PICIFORMES						
Família Ramphastidae						
<i>Ramphastos toco</i>	0	0	0	1	0	1
Tucano						
Répteis	25	5	9	29	5	73
Cobra (classificação genérica)	9	1	2	15	4	31

ORDEM SQUAMATA						
Família Viperidae	1	1	0	0	0	2
<i>Crotalus durissus</i>	0	1	0	0	0	1
Cascavel						
<i>Bothrops jararaca</i>	1	0	0	0	0	1
Jararaca						
Família Boidae	12	3	4	12	1	32
<i>Boa constrictor</i>	8	3	4	12	1	28
Jibóia						
<i>Eunectes murinus</i>	4	0	0	0	0	4
Sucuri						
ORDEM LACERTILIA						
Famílias Gekkonidae e Teiidae						
Lagarto	1	0	0	2	0	3
ORDEM CROCODYLIA						
Família Alligatoridae						
<i>Caiman latirostris</i>	2	0	2	0	0	4
Jacaré						
ORDEM TESTUDINES						
Família Chelidae						
<i>Phrynops geoffroanus</i>	0	0	1	0	0	1
Tartaruga						
Total	256	85	226	394	46	1.001

¹ A classificação do animal como onça foi uma classificação genérica dada pelo responsável em preencher a ficha. Pode se tratar de qualquer uma das espécies de felídeos ocorrentes na região: *Puma concolor* (onça-parda); *Leopardus pardalis* (jaguaritica); *Puma yagouarundi* (gato mourisco); *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno) segundo o Plano de Manejo do Parque Estadual do Vassununga (2009).

² O animal coelho/ lebre pode se tratar da espécie exótica *Lepus europaeu* (Lebre argentina) ou da espécie nativa *Sylvilagus brasiliensis* (tapeti).

³ Segundo a Fundação Florestal (2009), as espécies de macaco ocorrentes na região são *Cebus nigritus* (macaco-prego) e *Callicebus nigrifrons* (sauá ou guigó). As espécies de tatu ocorrentes na região são *Cabassous unicinctus* (tatu-de-rabo-mole) *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba) *Dasybus novemcinctus* (tatu-galinha) *Dasybus septemcinctus* (tatuíra).

⁴ Na classificação genérica como tamanduá pode se tratar do *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) ou do *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira).

⁵ De acordo com Fundação Florestal (2009), as espécies de coruja ocorrentes na região são *Tyto alba* (coruja-da-igreja), *Megascops choliba* (corujinha-do-mato), *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) e *Pulsatrix perspicillata* (murucututu). As espécies de gavião ocorrentes na região são *Leptodon cayanensis* (gavião-de-cabeça-cinza), *Elanus leucurus* (gavião-peneira), *Harpagus diodon* (gavião-bombachinha), *Ictinia plumbea* (sovi), *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), *Buteo albicaudatus* (gavião-de-rabo-branco), *Buteo brachyurus* (gavião-de-cauda-curta), *Accipter striatus erythronemius* (gavião-miúdo) e *Geranospiza caerulescens* (gavião-pernilongo).

⁶ Segundo a Fundação Florestal (2009), as espécies de urubu ocorrentes na região são *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta), *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha) e *Sarcoramphus papa* (urubu-rei). As espécies de lagarto ocorrentes na região são *Hemidactylus mabuia*, *Mabuya frenata*, *Ameiva ameiva* e *Tupinambis merianae* (Duméril & Bibron, 1839).

Fonte: A autora (2014)

Os mamíferos foram a classe mais vitimada com 87%, seguidos pelos répteis com 7% e pelas aves com 5%. Não foram contabilizados anfíbios nos dados de atropelamento, provavelmente pelo tamanho pequeno das carcaças deste grupo que não são facilmente visualizadas dos veículos, ou pelo fato de se decomporem rapidamente e serem mais facilmente consumidas por animais necrófagos.

De acordo com Prada (2004) o menor registro de aves, répteis e anfíbios pode ser explicado pela suposição que os técnicos da concessionária, por priorizarem o atendimento aos motoristas usuários, não param para identificar e dar destino a pequenas carcaças.

Meneguetti et al. (2010), em trabalho realizado em uma rodovia em Rondônia, encontraram que 50% dos animais atropelados eram mamíferos, 26% eram aves e 24% répteis. No trabalho de Bueno et al. (2005), realizado em Minas Gerais, os mamíferos representaram 81,7%, as aves 12,2% e a herpetofauna (anfíbios e répteis) 10% dos eventos de atropelamento. Em uma rodovia em Brasília, Bagatini (2006) encontrou que as aves foram a classe mais atingida com 52% das ocorrências, seguidas pelos mamíferos com 33%, pelos répteis com 11% e pelos anfíbios com 4%.

Prada (2004), em um trabalho realizado em rodovias na região Nordeste do estado de São Paulo, assim como as rodovias estudadas neste trabalho, encontrou as seguintes taxas

de atropelamento: 52% foram relativos a aves, 31% a mamíferos, 9% a répteis, 6% a anfíbios e 2% a indivíduos que não puderam ser identificados.

Assim, como no presente estudo, a espécie *Boa constrictor* (jiboia) foi a mais afetada dentre os répteis nos trabalhos de Meneguetti et al. (2010) e Prada (2004). Esta espécie tem 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 (PRADA, 2004). As serpentes costumam ser vítimas de atropelamentos intencionais conforme trabalho de Secco et al. (2014). A Figura 6 apresenta os dados de atropelamentos de animais silvestres por classe.

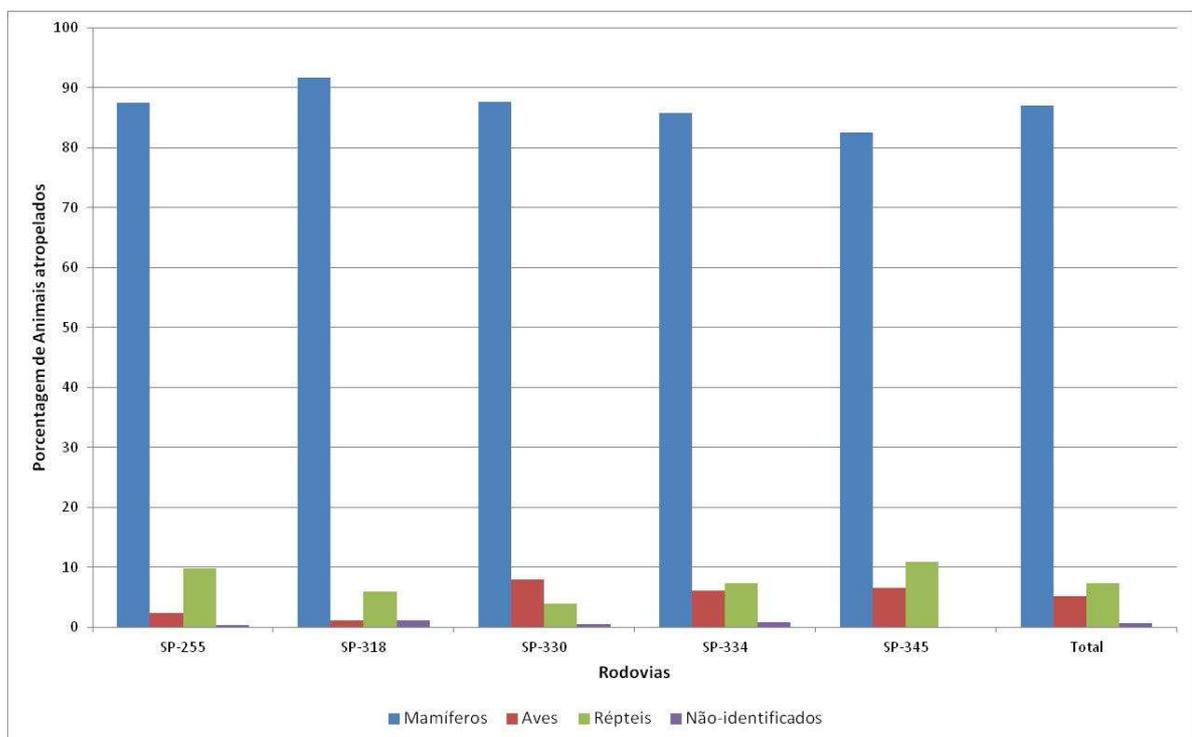


Figura 6 - Distribuição dos animais atropelados por classe em porcentagem

Fonte: a autora (2014)

Dentre os mamíferos, as famílias *Hydrochaeridae* e *Canidae* foram as que apresentaram maior número de animais atropelados (Figura 7).

A família *Hydrochaeridae* é composta neste estudo pelos indivíduos da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). A capivara, por ser um animal muito comum, de grande porte e semi-aquática é responsável neste estudo e nas observações em processos

de licenciamento ambiental pela maior parte dos acidentes. Neste caso, o seu porte e o fato de andar em bandos constituem-se em um agravante nos acidentes.

No trabalho de Tumeleiro et al. (2006), realizado nas rodovias BR-472 e BR-290 no Rio Grande do Sul, os canídeos foram também a segunda família de mamíferos mais atropelada, com predomínio da espécie *Cerdocyon thous*. Esta espécie também foi a mais atropelada no trabalho do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (2010). De acordo com Tumeleiro et al. (2006), a maior parte dos atropelamentos ocorreu perto de pontes, indicando que os animais usam os cursos d'água como corredores ecológicos.

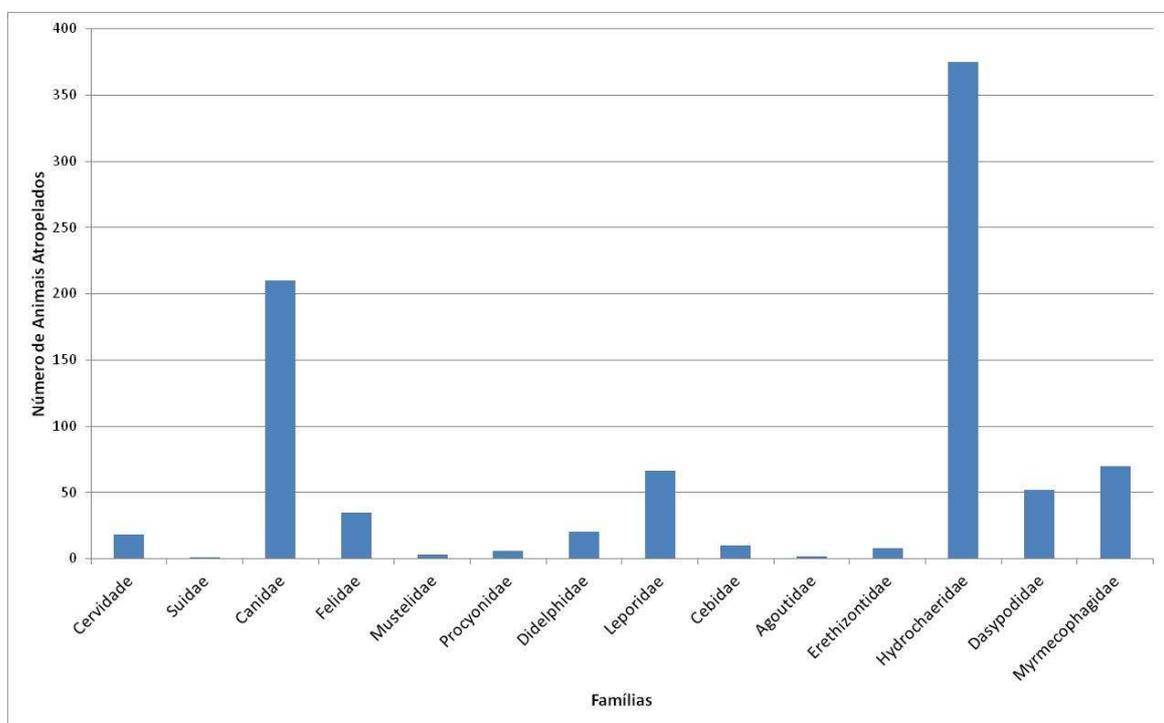


Figura 7 - Distribuição da frequência dos mamíferos atropelados por família.

Fonte: A autora (2014)

Considerando os 316,5 km da área de estudo tem-se um índice de atropelamento de animais silvestres de 0,64 animais/km/ano. Os índices de atropelamento por rodovia em cada ano são apresentados na Tabela 7. Para o cálculo do índice foi considerada a extensão da rodovia que é apresentada abaixo da identificação de cada uma. As rodovias SP-255 e SP-334 apresentam os maiores índices de atropelamento para animais silvestres.

Tabela 7 - Índice de atropelamento de animais silvestres por rodovia.

Ano	Índice de atropelamento (animais/km/ano)					Total (316,5 km)
	SP-255 (80,4 km)	SP-318 (44,6 km)	SP-330 (78 km)	SP-334 (88 km)	SP-345 (25,5 km)	
2009	0,81	0,52	0,42	0,95	0,39	0,68
2010	0,81	0,58	0,92	0,98	0,55	0,83
2011	0,61	0,27	0,53	0,81	0,35	0,58
2012	0,39	0,22	0,47	0,89	0,35	0,52
2013	0,57	0,31	0,55	0,85	0,16	0,58
2009-2013	0,64	0,38	0,58	0,87	0,36	0,64

Fonte: A autora (2014)

5.2. Espécies de animais silvestres atropeladas ameaçadas de extinção

Dentre as espécies atropeladas, considerando a lista estadual de espécies ameaçadas de extinção (SÃO PAULO, 2010) uma espécie é classificada como em perigo: *Sarcoramphus papa* (urubu-rei); sete espécies são classificadas como vulneráveis: *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Lycalopex vetulus* (raposinha-do-campo), *Leopardus pardalis* (jaguaritica), *Puma concolor* (onça-parda), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno) e *Mazama americana* (veado-mateiro); quatro espécies são classificadas como quase ameaçada: *Lontra longicaudis* (lontra), *Cuniculus paca* (paca), *Cebus nigritus* (macaco-prego) e *Cellibus nigrifrons* (sauá) e; duas espécies são classificados como com dados deficientes: *Boa constrictor* (jiboia) e *Pulsatrix perspicillata* (Murucututu).

Considerando a lista nacional (MMA, 2003) cinco espécies são classificadas como ameaçadas de extinção. Entre elas estão *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Leopardus pardalis* (jaguaritica), *Puma concolor* (onça-parda), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno).

Dentre as espécies apresentadas destaca-se o lobo-guará que aparece nas duas listas consultadas e foi a terceira espécie silvestre mais vitimada com 70 atropelamentos. De acordo com Paula et al. (2008), o atropelamento é uma das principais ameaças para conservação desta espécie no Brasil, podendo provocar uma queda significativa no número

de indivíduos desta espécie e a extinção local em algumas áreas do país (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2008). Estima-se que em algumas populações os atropelamentos sejam responsáveis pela morte de um terço à metade da produção anual de filhotes (RODRIGUES, 2002).

Destaca-se ainda a raposinha-do-campo que é classificada como vulnerável no estado de São Paulo e foi a segunda espécie mais vitimada, com 100 atropelamentos. A alta incidência de atropelamentos destas duas espécies, pertencentes à família *Canidae*, pode estar relacionada ao fato das espécies desta família possuírem amplas áreas de vidas, se deslocando bastante para atenderem suas necessidades ecológicas e também por se alimentarem de carcaças de animais atropelados (RODRIGUES, 2002).

A onça-parda, apesar de neste estudo não aparecer com um alto número de atropelamentos é uma espécie que merece atenção, visto que vem sofrendo um acentuado declínio populacional agravado pela ampliação da malha rodoviária, que contribui com atropelamentos e aumento da fragmentação de *habitats*. A onça-parda possui populações pequenas e uma baixa taxa de reprodução (ICMbio, 2014).

Uma análise preliminar dos dados dos pontos de atropelamentos, principalmente das espécies lobo-guará, raposinha, cachorro-do-mato e onça-parda mostrou que a maior parte dos atropelamentos destes animais ocorrem próximos a Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos d'água. Devido à antropização e degradação da região, as APPs dos cursos d'água, mesmo as que apresentam vegetação nativa nos estágios iniciais de regeneração, constituem-se em importante corredor para deslocamento da fauna, conectando-se aos fragmentos remanescentes da região, enfatizando o papel de corredores ecológicos que os cursos d'água exercem. Pelo fato da região ser uma grande produtora de cana-de-açúcar foi também observado um grande número de atropelamentos em locais onde a matriz é predominantemente composta por plantios desta cultura, mostrando que a cana-de-açúcar é um meio permeável ao deslocamento da fauna silvestre.

5.3. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres

Os registros dos atropelamentos de animais silvestres em cada uma das rodovias foram comparados em gráficos, de forma a identificar trechos com maior probabilidade de ocorrência de acidentes. As imagens em satélite de cada um dos locais identificados como pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres estão alocadas no Apêndice A.

5.3.1. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-255

A figura 8 apresenta a distribuição de animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-255 entre 2009 e 2013.

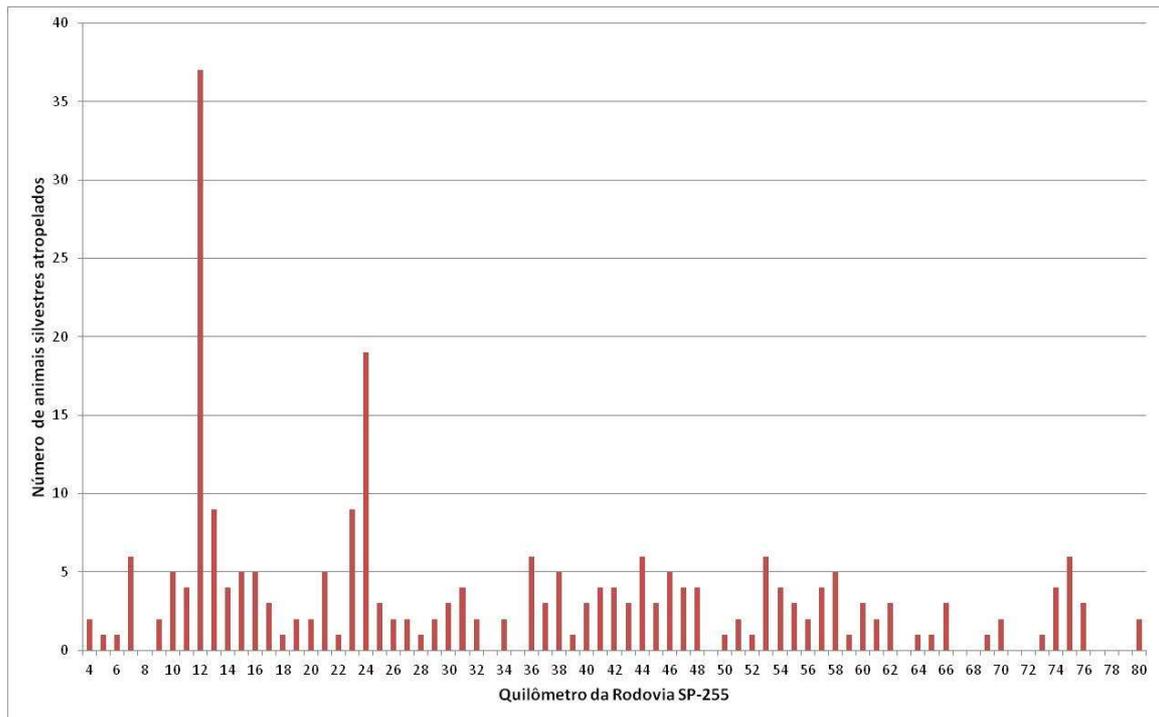


Figura 8 - Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-255

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-255 que tem um índice de atropelamento de 0,64 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: km 12 com 37 atropelamentos ou 7,4 animais/km/ano; kms 13 e 23 com 9 atropelamentos, ou 1,8 animais/km/ano, e km 24 com 19 atropelamentos ou 3,8 animais/km/ano.

No km 12 foi observado que a maior parte dos atropelamentos está concentrada no início do trecho até o km 12+300, sendo que dos 37 animais atropelados, 29 são capivaras. Neste trecho é observado um pequeno fragmento de vegetação nativa com uma lagoa na pista Norte e um bambuzal na pista sul seguido por plantio agrícola. São observados no entorno da área agrupamentos de árvores, chácaras, cultivo agrícola, sem conectividade com fragmentos próximos. O km 12 está próximo ao município de Bonfim Paulista.

No km 13 os atropelamentos ocorreram todos nos primeiros 100 metros e dos 9 atropelamentos, 8 foram de capivaras, provavelmente devido às lagoas localizadas no entorno do trecho.

Os quilômetros 23 e 24 devem ser analisados em conjunto devido à localização de um curso d'água que vem do lado sul, que ao atravessar a rodovia se divide em dois no lado norte, ficando um dentro do km 23 e outro dentro do km 24. Provavelmente, há uma maior quantidade de atropelamentos no km 24 pelo fato da mata ciliar do curso d'água ser mais preservada e se conectar a uma rede de drenagem que forma corredores de mata, enquanto que o km 23 termina em uma lagoa.

5.3.2. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-318

A figura 9 apresenta a distribuição de animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-318 entre 2009 e 2013.

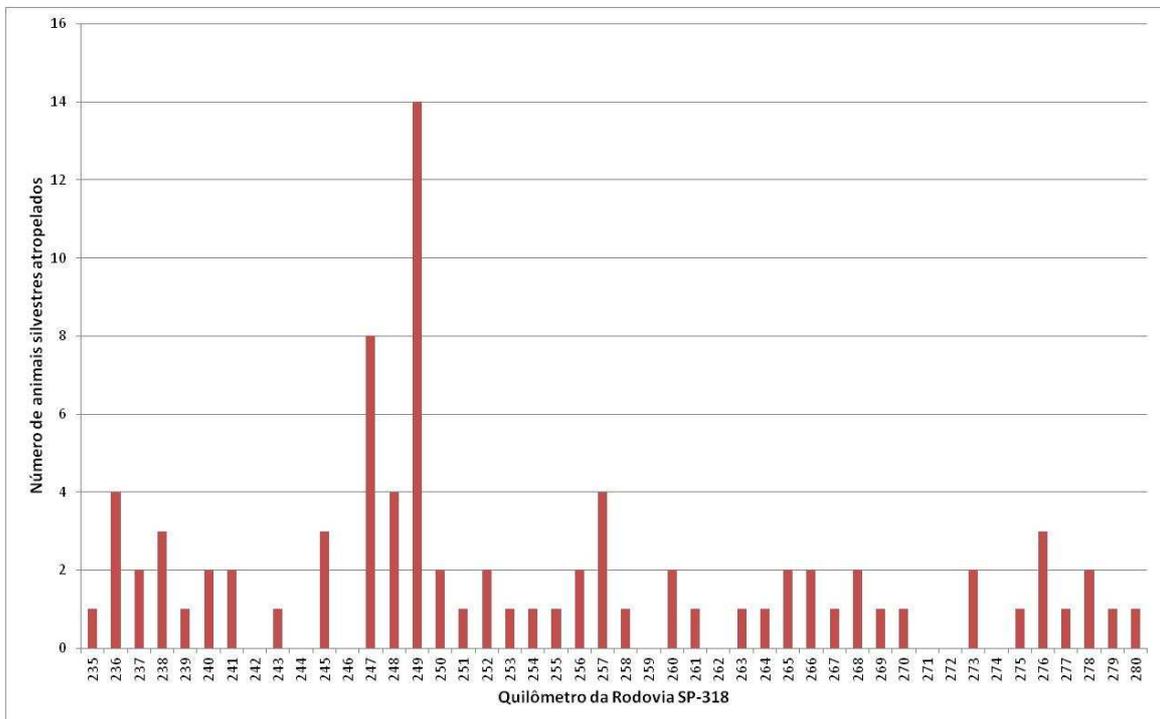


Figura 9 - Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-318

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-318 que tem um índice de atropelamento de 0,38 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: km 247 com 8 atropelamentos ou 1,6 animais/km/ano e km 249 com 14 atropelamentos ou 2,8 animais/km/ano.

Há um pouco antes do km 247 e entre o km 247 e o km 248 dois cursos d'água com vegetação na APP em estágio de regeneração pioneiro e inicial.

No km 249 há a ocorrência de um curso d'água que se conecta à uma rede de drenagem e à fragmentos de mata nativa no entorno e há um fragmento próximo à rodovia. A maior parte dos atropelamentos registrados ocorreu no início do km, ou seja, próximo ao curso d'água. Neste ponto houve uma diversidade de espécies de animais atropelados, com atropelamentos de lobo, veado, onça e tamanduá, entre outros.

5.3.3. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-330

A figura 10 apresenta a distribuição de animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-330 entre 2009 e 2013

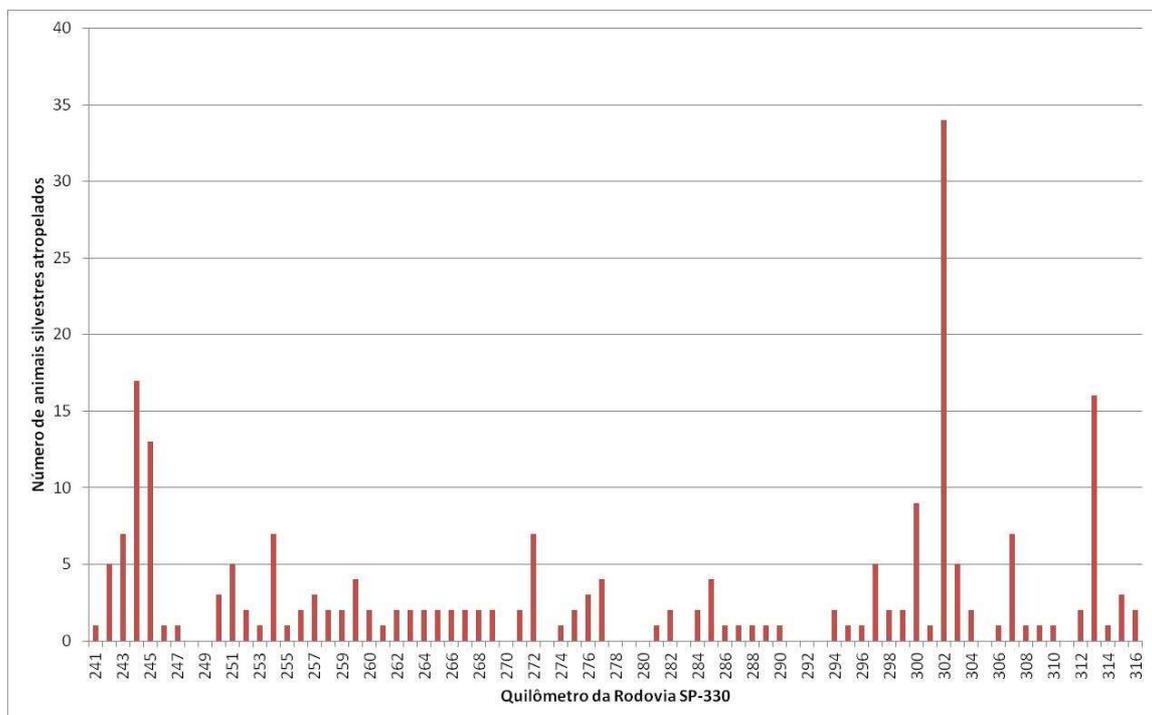


Figura 10 - Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-330

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-330 que tem um índice de atropelamento de 0,58 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: km 244 com 17 atropelamentos ou 3,4 animais/km/ano, km 245 com 13 atropelamentos ou 2,6 animais/km/ano, km 302 com 34 atropelamentos ou 6,8 animais/km/ano e km 313 com 16 atropelamentos ou 3,2 animais/km/ano.

A rodovia SP-330 margeia glebas do Parque Estadual de Vassununga em três pontos diferentes. Entre o km 254 e o km 258 a Gleba 1 (Pé-de-gigante) está localizada ao lado da rodovia. Nestes 5 quilômetros, ao longo dos 5 anos da coleta de dados, ocorreram 15 atropelamentos de animais silvestres no total, um índice de 0,60 animais/km/ano, não sendo considerado um ponto crítico de atropelamento. Esta gleba coincide parcialmente com a ARIE Cerrado Pé-de-gigante.

Entre o km 249 e 251, a rodovia está localizada a aproximadamente 1 km da Gleba 2 (Praxedes). Nestes 3 quilômetros ocorreram 8 atropelamentos de animais silvestres ao longo de 5 anos, um índice 0,53 animais/km/ano, também não sendo considerado um ponto crítico de atropelamento.

Entre o km 244 e o km 246, a rodovia passa entre as glebas 3 (Capetinga Leste) e 4 (Capetinga Oeste). Nestes 3 quilômetros, ao longo dos 5 anos de coleta de dados, ocorreram 31 atropelamentos de animais silvestres. Considerando somente os kms 244 e 245, onde as duas glebas estão mais próximas à rodovia, temos um total de 30 atropelamentos e um índice de 3 animais/km/ano, sendo este considerado um ponto crítico de atropelamento. Há ainda uma área de banhado e um curso d'água no início do km 244.

No km 302 há um predomínio de atropelamentos de capivaras no início do trecho. Este km está em uma área agrícola próxima ao município de Ribeirão Preto, e no início do trecho há uma lagoa cercada por árvores, sendo este um local típico de ocorrência de capivaras.

O km 313 está localizado na área urbana do município de Ribeirão Preto, sendo que há a ocorrência de um curso d'água no início do trecho. Neste trecho, dos 16 atropelamentos apontados, 10 foram de um bando de aves de paturis.

5.3.4. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-334

A figura 11 apresenta a distribuição de animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-334 entre 2009 e 2013.

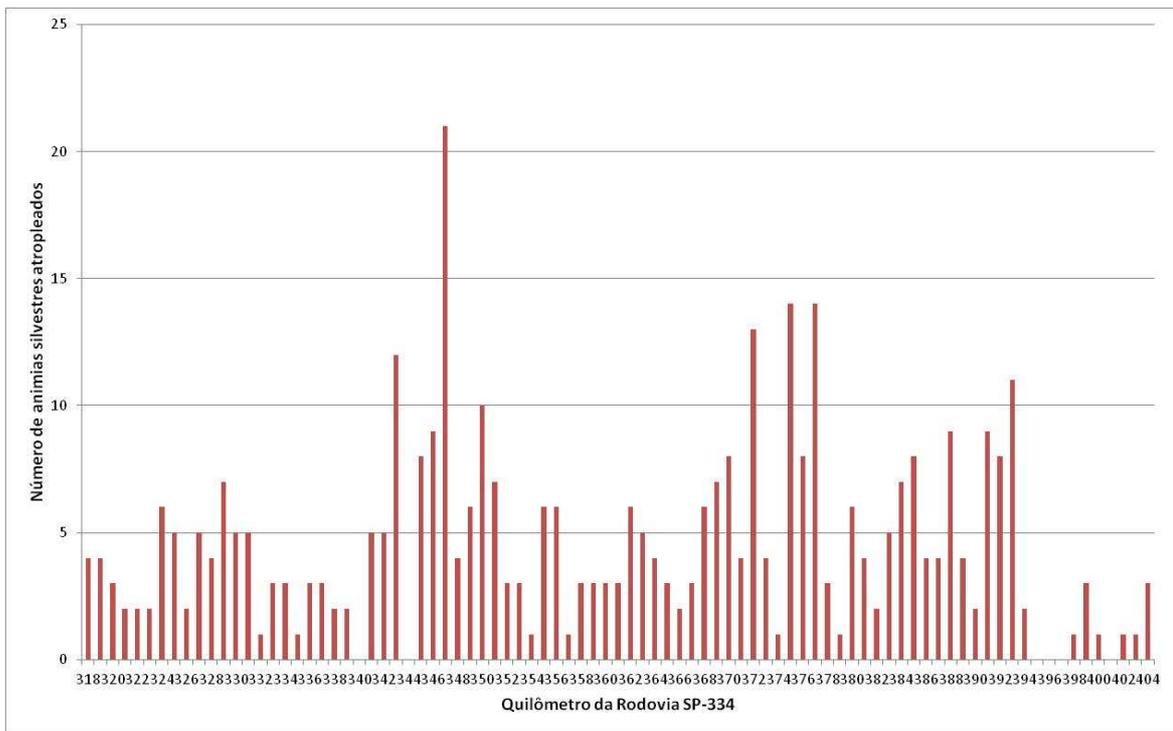


Figura 11 - Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-334

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-334 que tem um índice de atropelamento de 0,87 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: km 343 com 12 atropelamentos ou 2,4 animais/km/ano, km 347 com 21 atropelamentos ou 4,2 animais/km/ano, km 350 com 10 atropelamentos ou 2 animais/km/ano, km 372 com 13 atropelamentos ou 2,6 animais/km/ano, kms 375 e 377 com 14 atropelamentos ou 2,8 animais/km/ano e km 393 com 11 atropelamentos ou 2,2 animais/km/ano.

No km 343 há uma nascente com uma lagoa na pista sul e um curso d'água na pista norte que se liga a uma rede de drenagem.

A rodovia SP-334 atravessa a Florestal Estadual de Batatais na altura do km 347, sendo que um dos lados está ao lado da rodovia e o outro está localizado a aproximadamente 300 metros da mesma. Foram identificados 21 atropelamentos de animais silvestres neste ponto

ao longo de 5 anos de coleta de dados, um índice de 4,2 animais/km/ano, sendo este considerado um ponto crítico de atropelamento. O entorno do trecho é ocupado por vegetação nativa e floresta de eucalipto próxima à pista, ligando-se à plantações de eucalipto. Há uma lagoa, na altura do km 347+600, ligada a um curso d'água, onde se concentram a maior parte dos atropelamentos, que são em sua maioria de capivaras.

No km 350, dos 10 atropelamentos registrados, 8 foram de capivaras, distribuídos ao longo do trecho. O entorno é formado por uma matriz predominantemente agrícola e há a ocorrência de um curso d'água com mata ciliar em estágio pioneiro de regeneração próxima ao km 351.

O km 372 está inteiramente localizado dentro de uma Área de Preservação Permanente de curso d'água com presença de mata ciliar. Há ainda a ocorrência de um fragmento de mata nativa lindeiro à rodovia. Dos 13 atropelamentos registrados, dois foram de onças e um de lobo-guará.

No km 375 há a ocorrência de um curso d'água e de uma lagoa no final do trecho. A maior parte dos atropelamentos foi de capivaras e ocorreu próximo a este local. No km 377 dos 14 atropelamentos, 13 foram de capivaras. Há uma lagoa lindeira ao trecho que deve servir de abrigo para as capivaras. O km 393 está inserido em uma matriz heterogênea, onde pode ser observada a ocorrência de área de preservação permanente de curso d'água e fragmento de mata nativa.

5.3.5. Pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres na Rodovia SP-345

A figura 12 apresenta a distribuição de animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-345 entre 2009 e 2013.

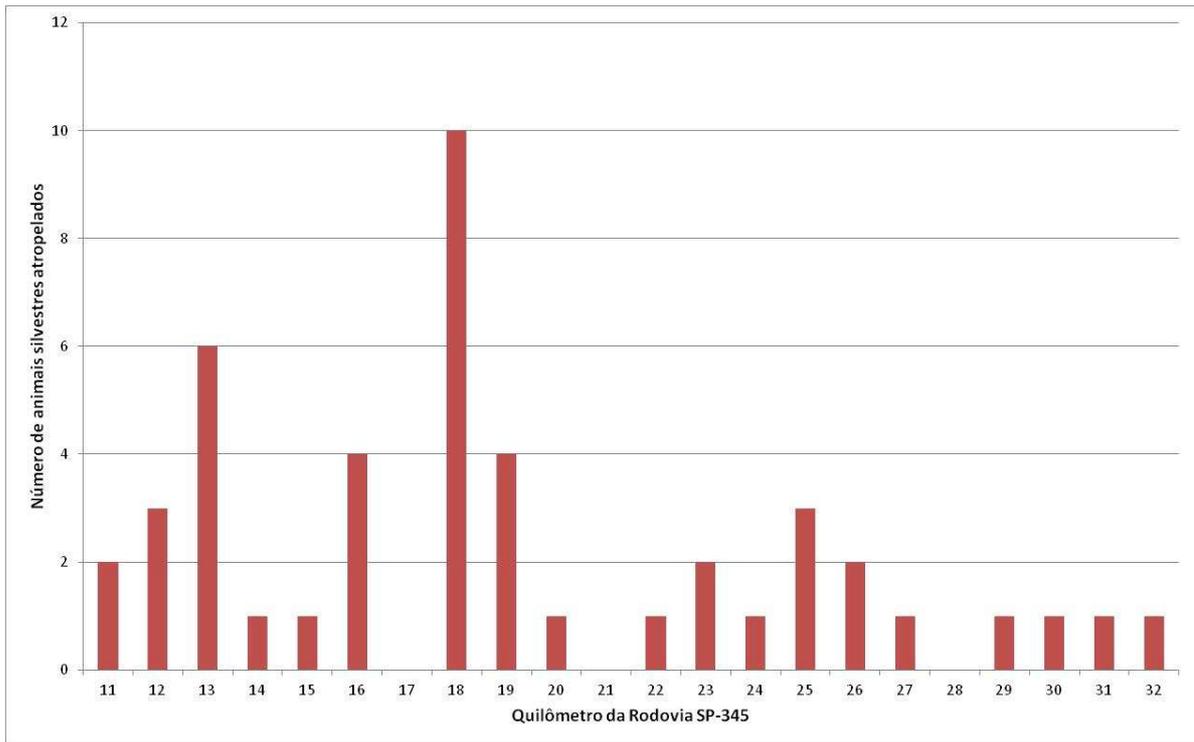


Figura 12 - Distribuição dos animais silvestres atropelados por km na Rodovia SP-345

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-345 que tem um índice de atropelamento de 0,36 animais/km/ano, destaca-se o quilômetro 18 com 10 atropelamentos ou 2 animais/km/ano. Neste ponto a matriz é bastante heterogênea, formada por fragmentos de vegetação nativa, mata ciliar e culturas agrícolas.

5.4. Atropelamento de animais domésticos

Em relação aos animais domésticos, foram identificados 1.264 atropelamentos em três anos. Foram identificados nos atropelamentos somente cachorros e gatos, sendo que os cachorros apareceram em uma proporção bem maior, em torno de 95%.

Considerando os 316,5 km da área de estudo o índice de atropelamentos de animais domésticos foi de 1,33 animais/km/ano conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Índice de atropelamento de animais domésticos por rodovia.

Ano	Índice de atropelamento (animais/km/ano)					Total
	SP-255 (80,4 km)	SP-318 (44,6 km)	SP-330 (78 km)	SP-334 (88 km)	SP-345 (25,5 km)	
2011	0,73	0,31	1,83	1,90	2,08	1,40
2012	0,73	0,25	1,90	1,53	1,18	1,21
2013	0,62	0,36	1,91	1,89	2,24	1,40
2011-2013	0,70	0,31	1,88	1,80	1,83	1,33

Fonte: A autora (2014)

5.5. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos

Os registros dos atropelamentos de animais domésticos em cada uma das rodovias foram comparados em gráficos de forma a identificar trechos com maior probabilidade de ocorrência de acidentes. As imagens em satélite de cada um dos locais identificados como pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos estão alocadas no Apêndice B.

5.5.1. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-255

A figura 13 apresenta a distribuição de animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-255 entre 2011 e 2013.

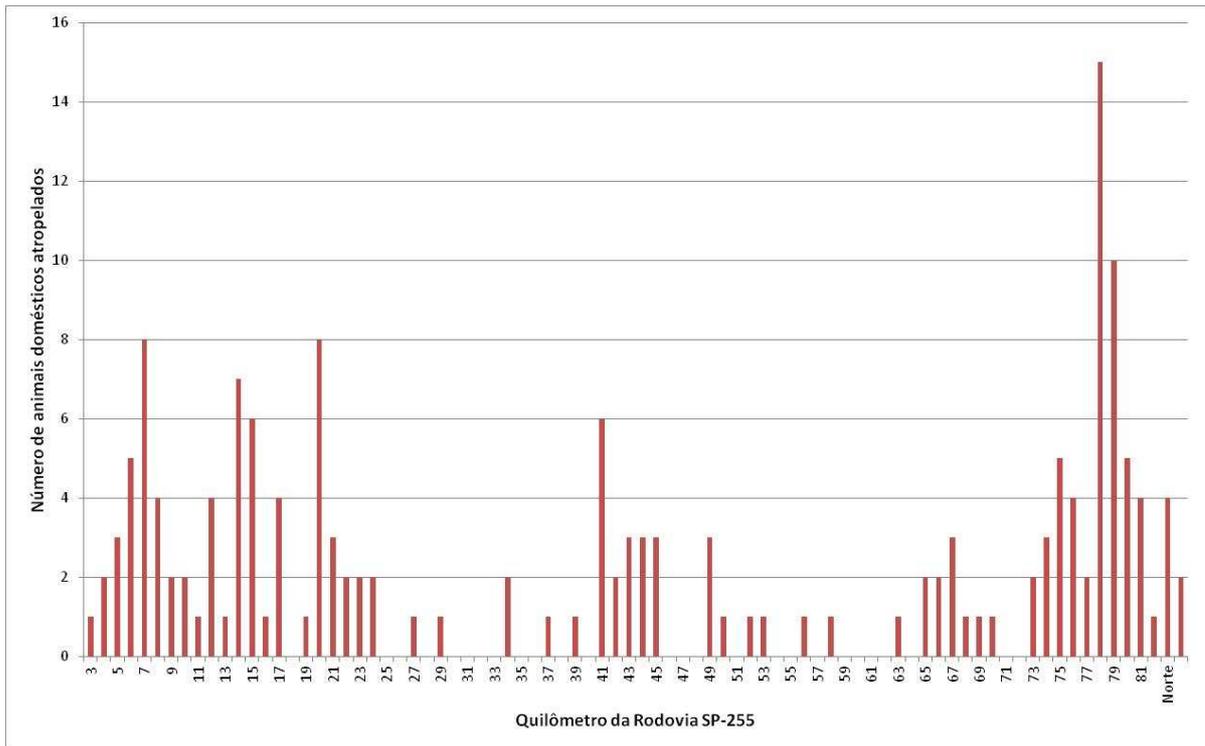


Figura 13 - Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-255

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-255 que tem um índice de atropelamento de 0,70 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: kms 7 e 20 com 8 atropelamentos ou 2,67 animais/km/ano, km 78 com 15 atropelamentos ou 5 animais/km/ano e km 79 com 10 atropelamentos ou 3,33 animais/km/ano. No km 7 é possível que a indústria e o centro de lazer existente na área estejam atraindo os animais.

No km 20 não é possível apontar um fator que esteja provocando os atropelamentos. O trecho compreendido pelos quilômetros 78 e 79 está localizado dentro da área urbana de Araraquara.

5.5.2. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-318

A figura 14 apresenta a distribuição de animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-318 entre 2011 e 2013.

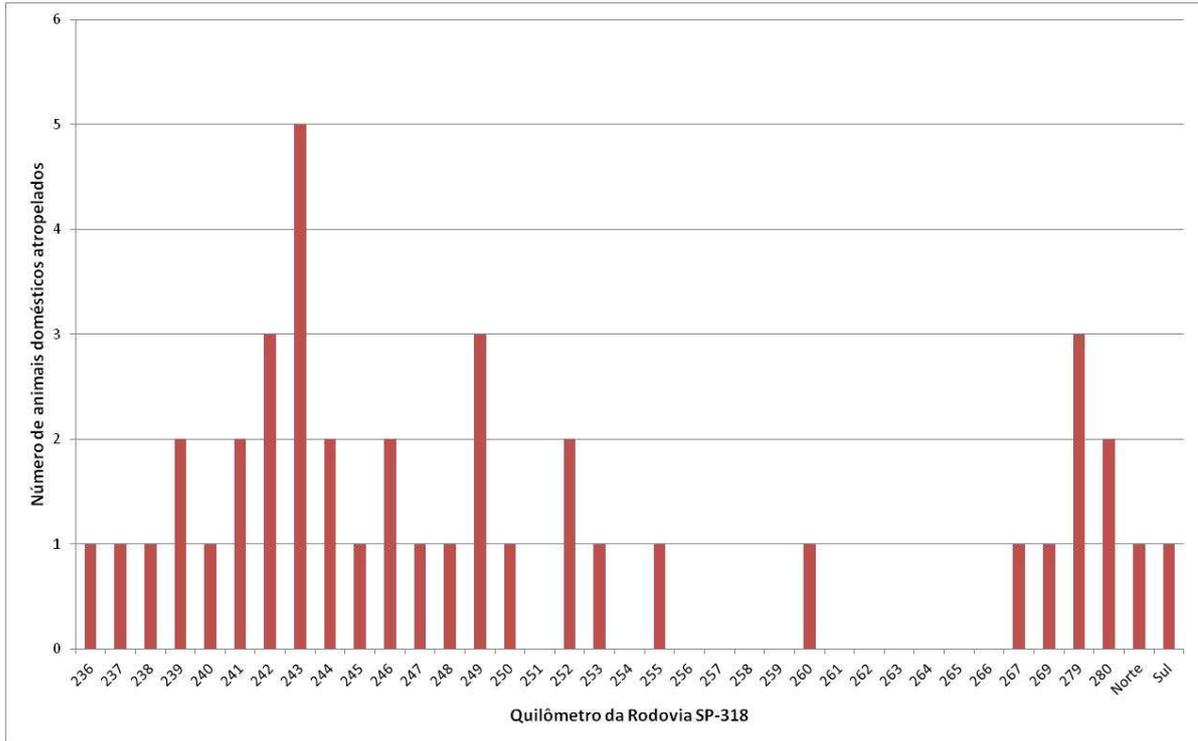


Figura 14 - Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-318

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-318 que tem um índice de atropelamento de 0,31 animais/km/ano, destaca-se o quilômetro 243 com 5 atropelamentos ou 1,67 animais/km/ano. Este km é lindeiro a um bairro de São Carlos.

5.5.3. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-330

A figura 15 apresenta a distribuição de animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-330 entre 2011 e 2013.

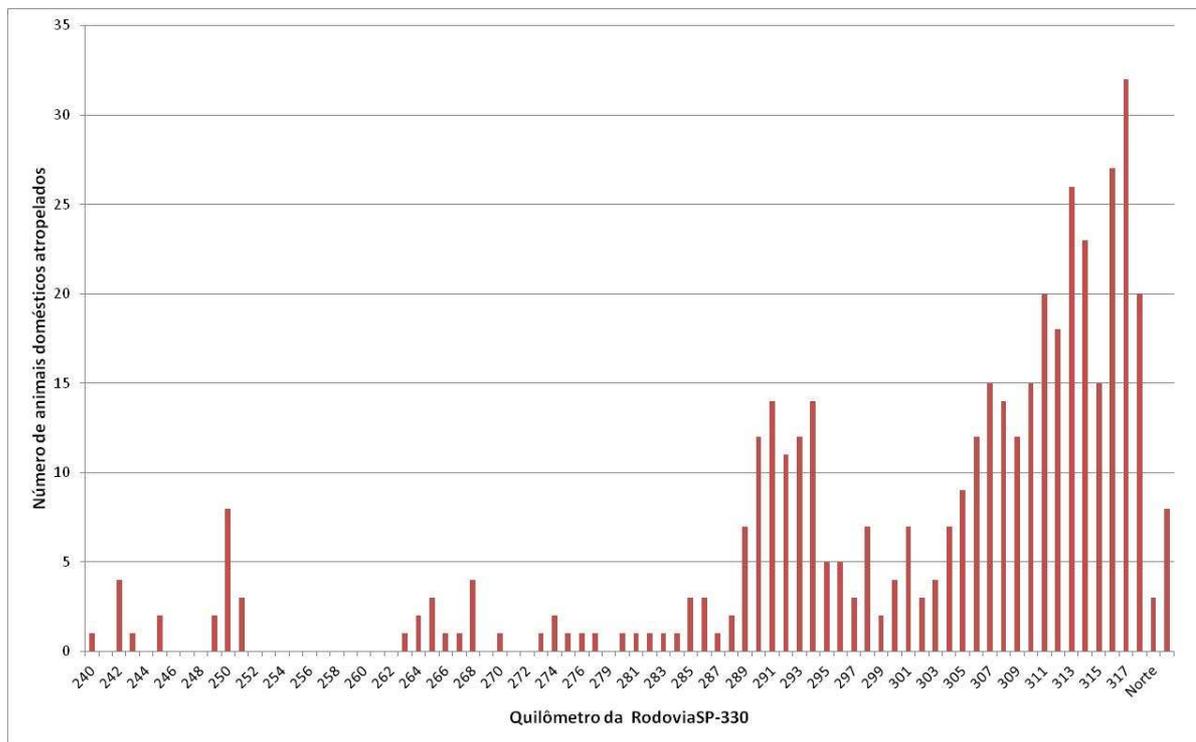


Figura 15 - Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-330

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-330 que tem um índice de atropelamento de 1,88 animais/km/ano, destacam-se duas regiões como locais críticos de atropelamentos. A primeira região está localizada entre o km 290 e o km 294 com 63 atropelamentos e um índice de 4,2 animais/km/ano. A segunda região está localizada entre o km 306 e o km 318 com 249 atropelamentos e um índice de 6,38 animais/km ano. Nesta segunda região destaca-se o km 317 com 32 atropelamentos e um índice de 10,7 animais/km/ano.

O trecho compreendido entre o km 290 e o km 294 está localizado dentro da área urbana de Cravinhos. O trecho compreendido entre o km 306 e o km 318 está localizado dentro da área urbana de Ribeirão Preto.

5.5.4. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-334

A figura 16 apresenta a distribuição de animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-334 entre 2011 e 2013.

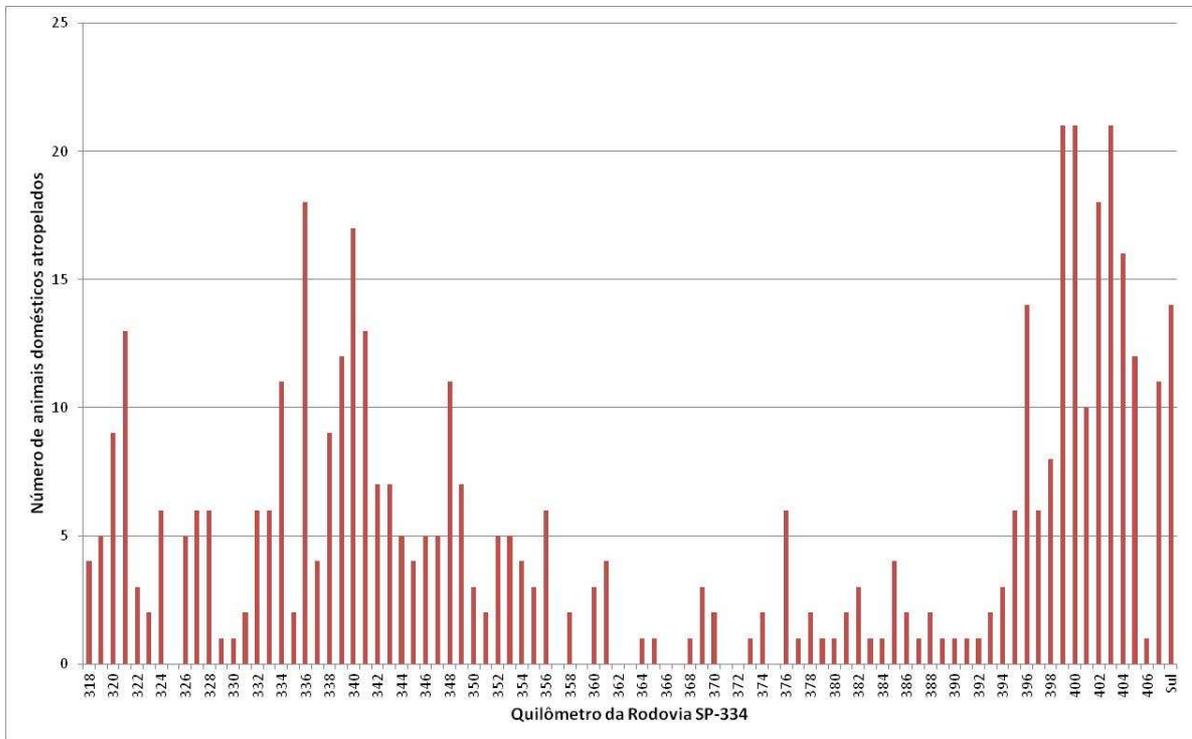


Figura 16 - Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-334

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-334 que tem um índice de atropelamento de 1,80 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos:

- km 321: 13 atropelamentos e índice de 4,33 animais/km/ano;
- km 336: 18 atropelamentos e índice de 6 animais/km/ano;
- km 339 ao 341: 42 atropelamentos e índice de 4,67 animais/km/ano;
- km 348: 11 atropelamentos e índice de 3,67 animais/km/ano;
- km 396: 14 atropelamentos e índice 4,67 de animais/km/ano; e
- km 399 ao 405: 149 atropelamentos e índice de 7,1 animais/km/ano.

O km 321 localiza-se lindeiro a uma região de chácaras. No km 334 não é possível apontar um fator que esteja causando uma maior taxa de atropelamentos. O trecho contemplado pelo km 336 ocorre no início da área urbana de Brodowski. O trecho contemplado entre o km 339 e o km 341 ocorre dentro da área urbana de Brodowski. O km 348 está localizado próximo à área urbana do município de Batatais. O trecho contemplado

pelos km 396 ocorre dentro da área urbana de Franca. O trecho compreendido entre o km 399 e o km 405 está localizado dentro da área urbana de Franca.

5.5.5. Pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos na Rodovia SP-345

A figura 17 apresenta a distribuição de animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-345 entre 2011 e 2013.

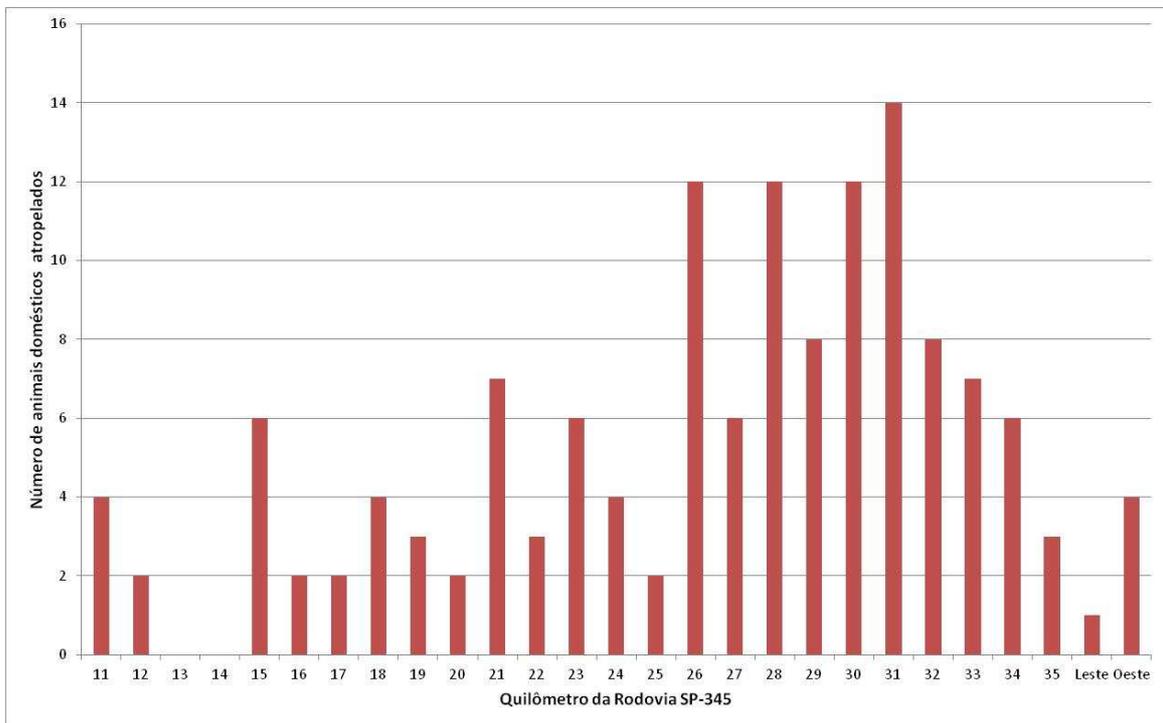


Figura 17 - Distribuição dos animais domésticos atropelados por km na Rodovia SP-345

Fonte: A autora (2014)

Na Rodovia SP-345 que tem um índice de atropelamento de 1,83 animais/km/ano, destacam-se os seguintes quilômetros como pontos críticos de atropelamentos: kms 26, 28 e 30 com 12 atropelamentos cada ou um índice de 4 animais/km/ano e km 31 com 14 atropelamentos ou 4,67 animais/km/ano.

Nos pontos localizados nos quilômetros 26 e 28 não é possível apontar um fator que esteja causando uma maior taxa de atropelamentos. O trecho contemplado entre o km 30 e o km 31 ocorre dentro da área urbana de Franca.

5.6. Pontos críticos de atropelamentos de silvestres x domésticos

Comparando-se os pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres com os pontos de animais domésticos, verifica-se que há apenas uma sobreposição de ponto crítico no km 313 da Rodovia SP-330, em um local onde há um curso d'água com presença de mata ciliar, mesmo que degradada, atravessando a área urbana. Conforme apresentado na Tabela 9, os pontos críticos de atropelamentos são diferentes para fauna silvestre e doméstica.

Tabela 9 - Pontos críticos de atropelamento (*hotspots*) de animais silvestres e domésticos.

Rodovia	Pontos críticos de atropelamento	
	Animais Silvestres (km)	Animais Domésticos (km)
SP-255	12, 13 e 24	7, 20, 78 e 79
SP-318	247 e 249	243
SP-330	244, 245, 302 e 313	290 a 294, 306 a 318
SP-334	343, 347, 350, 372, 375, 377 e 393	321, 336, 339, 348, 396, 399 a 405
SP-345	18	26, 28, 30 e 31

Fonte: A autora (2014)

Estes dados são corroborados pelo trabalho de Esperandio (2011), onde a sobreposição dos *hotspots* de atropelamentos de animais silvestres e domésticos foi nula, e dessa forma por não haver sobreposição, as mitigações implantadas para fauna silvestre não serão efetivas para fauna doméstica. Assim, os dados de atropelamentos devem ser analisados de forma separada para fauna doméstica e silvestre.

5.7. Eficácia da implantação das passagens de fauna

As rodovias SP-255 e SP-334 são as únicas que possuem passagens de fauna conforme foi informado pela concessionária. A Tabela 10 apresenta a relação das passagens na Rodovia SP-255.

Tabela 10 - Passagens de fauna na Rodovia SP-255.

Localização	Tipo
Km 24 + 200 m – Ribeirão da Onça	Ponte
Km 39 + 800 m	Túneis de concreto subterrâneos – 1m de diâmetro
Km 46 + 800 m ao Km 48 + 700 m – Rio Mogi-Guaçu	Ponte

Fonte: ECOPLANS (2013)

O km 24 apesar de possuir uma ponte que poderia servir como estrutura de passagem de fauna, é considerado um ponto crítico de atropelamento de animais silvestres com 19 atropelamentos em 5 anos e um índice de 3,8 animais/km/ano.

A Tabela 11 apresenta a relação das passagens na Rodovia SP-334.

Tabela 11. Passagens de fauna na Rodovia SP-334.

Localização	Tipo
Km 371 + 575 m	Tubulação metálica – 2m de diâmetro
Km 371 + 680 m	Tubulação metálica – 2m de diâmetro
Entre o km 371 + 680 m e o 371 + 820 m	Manilha de concreto – 1 e 2m de diâmetro
Km 372 – Rio Sapucaí Mirim	Ponte
Km 372 + 150 m	Manilha de concreto – 1m de diâmetro
Km 372 + 350 m	Manilha de concreto – 1m de diâmetro
Km 372 + 500 m	Manilha de concreto – 1m de diâmetro
Km 385 + 280 m	Manilha de concreto – 1m de diâmetro

Fonte: ECOPLANS (2013)

Apesar de possuir diversas estruturas que poderiam ser usadas como passagem de fauna o km 372 é considerado um ponto crítico de atropelamento de animais silvestres, com 13 atropelamentos e um índice de 2,6 animais/km/ano.

6. RECOMENDAÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

As rodovias estudadas neste trabalho apresentam situações recorrentes de atropelamentos de animais, sendo importante a implantação de medidas mitigadoras. Neste capítulo serão apresentadas propostas e recomendações para mitigar o atropelamento de animais silvestres e domésticos.

Conforme o U.S. Department of Transportation (2011), ao planejar, projetar e avaliar medidas mitigadoras, especialmente passagens de fauna, é importante lembrar que cada plano de mitigação será diferente, e nem sempre é possível extrapolar os resultados ou expectativas além das fronteiras políticas ou paisagens. Cada esquema de mitigação tem seu próprio conjunto de animais prioritários, preocupações de conectividade de uma população, objetivos de transporte e prioridades de gestão do uso da terra. Ressalta-se que as estruturas de mitigação possuem dois objetivos: conectar animais silvestres aos seus habitats e reduzir a mortalidade de animais por atropelamentos em rodovias.

6.1. Animais Silvestres

Os pontos críticos de atropelamento de animais silvestres comportam a proposição de medidas específicas para cada um deles, conforme apresentado na tabela 12.

Tabela 12 - Propostas de medidas mitigadoras específicas para pontos críticos de atropelamento de animais silvestres.

Rodovia	Km	Propostas
SP-255	12 e 13	Recomenda-se cercar 300m na pista Norte a partir do início km 12, onde há um agrupamento de árvores e uma lagoa e também cercar toda a pista Sul entre o km 12 e 13, onde há uma região com lagoas na pista Sul, a fim de evitar a travessia das capivaras. Por ser uma área já próxima à área urbana e que não apresenta conectividade com fragmentos de vegetação nativa não se recomenda a implantação de passagens de fauna.
SP-255	23 e 24	Nesta área está localizado o Ribeirão da Onça no km 24+200 e um afluente do mesmo. Este ponto foi alvo de monitoramento de fauna

		<p>e de adequações para mitigar o atropelamento de fauna pela concessionária, porém a cerca instalada não está sendo eficiente para conter e direcionar a fauna para passar por debaixo da ponte. Recomenda-se que a cerca direcionadora seja implantada de acordo com as especificações do DNIT (2006).</p> <p>Recomenda-se que a tela seja instalada nas pistas Sul e Norte e abranja toda a área compreendida pelo Ribeirão da Onça e seu afluente, a fim de que todo animal que use a mata ciliar destes cursos d'água como área de deslocamento seja direcionado para a passagem embaixo da ponte.</p> <p>Recomenda-se ainda que esta área seja considerada em programa de plantio compensatório e desfragmentação por possuir conectividade com a rede de drenagem e fragmentos de mata nativa da região.</p> <p>Como ocorreram atropelamentos de macacos neste ponto, deve-se atentar para os atropelamentos deste grupo para se verificar a necessidade de implantação de uma passagem aérea.</p>
SP-318	247	Recomenda-se que seja implantada uma passagem de fauna inferior junto à APP.
SP-318	249	Recomenda-se que seja implantada uma passagem de fauna inferior junto à APP. Sugere-se que sejam realizados plantios em uma propriedade rural localizada na pista sul, de forma a restabelecer a conectividade do fragmento próximo à rodovia com o fragmento que se conecta a uma rede de drenagem.
SP-330	244 e 245	<p>Recomenda-se que a ponte do curso d'água que atravessa a rodovia no km 244 seja adaptada de forma a permitir o livre trânsito da fauna.</p> <p>Recomenda-se ainda que seja instalada uma passagem inferior seca de fauna entre as glebas 3 e 4 do Parque Estadual do Vassununga e que seja instalada cerca direcionadora ao longo deste dois quilômetros para que a travessia dos animais ocorra pela ponte ou</p>

		pela passagem de fauna a ser instalada.
SP-330	302	Recomenda-se que seja cercado todo o agrupamento de árvores ao longo da lagoa existente na pista Sul para impedir o deslocamento das capivaras. Neste caso não se recomenda a implantação de passagens de fauna.
SP-330	313	Recomenda-se continuar o monitoramento neste ponto e verificar se confirma como um ponto crítico de atropelamento de fauna silvestre, visto que se trata da região de um curso d'água dentro de uma área urbana.
SP-334	343	Recomenda-se implantar uma passagem de fauna inferior na APP, e realizar plantios compensatórios na pista Sul, de forma a restabelecer a conectividade.
SP-334	347	Recomenda-se implantar uma passagem de fauna inferior junto à lagoa e ao curso d'água na altura do km 347+600.
SP-334	350	Recomenda-se adaptar a rede de drenagem de forma a permitir a transposição das capivaras e instalar cerca direcionadora nas duas pistas e dos dois lados do curso d'água.
SP-334	372	Recomenda-se verificar se embaixo da ponte localizada na altura do km 372 existe espaço suficiente para livre movimentação de animais grande porte e que este espaço seja adequado se necessário. Recomenda-se ainda que nas duas pistas, e dos dois lados seja implantada cerca direcionadora de 1 km para cada lado, e que seja feita uma abertura na barreira rígida que divide as pistas.
SP-334	375	Recomenda-se implantar cerca direcionadora entre a lagoa existente no km 375 até o curso d'água próximo ao km 375+700. Recomenda-se ainda implantar passagem de fauna inferior neste curso d'água, visto que do outro lado há continuação deste curso e lagoa.
SP-334	377	Recomenda-se implantar cercas ao longo da lagoa existente na Pista Norte até o curso d'água localizado no km 375+700, onde foi recomendada a implantação de passagem de fauna.
SP-334	393	Recomenda-se a implantação de cercamento entre o km 392 e o km

		393, na Pista Sul, onde a mata ciliar está mais perto da rodovia.
SP-345	18	Recomenda-se verificar se embaixo da ponte que transpõe o curso d'água que atravessa a rodovia na altura do km 18+800 existe espaço suficiente para livre movimentação de animais grande porte e caso não exista, que o espaço seja adequado. Recomenda-se ainda que nas duas pistas e dos dois lados seja implantado telamento de 300m para cada lado.

Fonte: A autora (2014)

Conforme discutido no capítulo 3, é imprescindível que todas as passagens de fauna que venham a ser instaladas ou adaptadas possuam cercas de direcionamento. A extensão destas cercas irá variar em cada caso, porém com uma extensão mínima de 100m. Recomenda-se que as cercas a serem colocadas nos emboques das passagens de fauna sigam as especificações de DNIT (2006): 2 m de altura, sendo os 50 cm iniciais dotados de tela com malha fina quadrada de 2,0 cm ou placa de pré-moldado (altura aproximada de 30 cm) e os restantes com tela de 10 cm de malha.

As passagens de fauna precisam ser monitoradas periodicamente por um período mínimo, a fim de avaliar a sua efetividade e as espécies que fazem uso da mesma. As passagens de fauna podem ser monitoradas por meio de camas de pegadas ou de câmeras *trap*. Além do monitoramento, as passagens de fauna devem ser periodicamente vistoriadas e limpas.

De acordo com o U.S. Department of Transportation (2011), as avaliações de desempenho não são uma parte regular de projetos de transporte com estruturas para cruzamento de animais selvagens. A maioria dos esforços de monitoramento na América do Norte tem sido em grande parte de curto prazo ou esporádica e focado em uma única espécie. Dessa forma, tais programas podem não reconhecer os requisitos de outras espécies não alvos e as populações da região. Além disso, o monitoramento é raramente conduzido por tempo suficiente para conhecer os períodos de adaptação (ou curvas de aprendizagem) necessários para os animais silvestres começarem a usar as passagens de uma maneira regular.

Em todos os casos em que a rodovia atravessasse áreas sensíveis, principalmente Unidades de Conservação, recomenda-se que sejam instalados radares ou lombadas eletrônicas em conjunto com uma diminuição na velocidade máxima permitida no trecho.

Recomenda-se que no monitoramento das passagens de fauna implantadas, nos locais onde forem colocadas as câmeras *traps*, estas sejam colocadas no lado de fora da passagem de fauna a fim de verificar os animais que atravessam a passagem e os que chegam até a mesma, porém a evitam. Assim, será possível identificar as espécies que podem estar sofrendo com o efeito barreira da rodovia e encontrar outras soluções para permitir o livre deslocamento entre os dois lados da rodovia.

Recomenda-se que nos registros dos dados de atropelamentos seja indicado o grau de dano ao usuário, se houve morte ou hospitalização e a quantificação dos danos materiais a fim de se motivar financeiramente a implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos. Recomenda-se ainda que os funcionários responsáveis pelo recolhimento dos animais usem um guia visual para um maior nível de detalhamento das espécies de animais silvestres.

Recomenda-se que as carcaças dos animais mortos por atropelamento sejam enviadas para aterro sanitário ou incineração ou, caso estejam em bom estado, para instituições científicas e de ensino. O enterramento das carcaças na faixa de domínio pode resultar em contaminação das APPs pelo necrochorume ou, dependendo da profundidade da cova, pode atrair animais necrófagos e causar novos atropelamentos.

A rodovia SP-334 é dividida por barreiras rígidas de concreto tipo *New Jersey* em alguns trechos. Este tipo de divisão de pistas em relação à barreira metálica e ao canteiro central apresenta maior dificuldade ou até mesmo impede o animal de atravessar a pista, aumentando a chance de atropelamento já que o indivíduo que não obteve sucesso em transpor a pista irá ficar preso entre a divisa e a pista, tentando cruzá-la novamente. Recomenda-se então que nos trechos onde as pistas são divididas por este tipo de barreira que sejam feitas aberturas regulares na mesma, principalmente no km 372, que é um ponto crítico de atropelamento.

No caso das rodovias que possuem trechos que ainda serão duplicados recomenda-se que a divisão das pistas seja feita por canteiro central ou defesa metálica. Assim, o animal que alcançar a rodovia obterá maior sucesso ao transpô-la.

6.2 Animais Domésticos

Os pontos críticos de atropelamentos de animais domésticos ocorreram em sua maior parte em pontos onde as rodovias atravessam as áreas urbanas dos municípios afetados, tendo sido identificados pontos em Araraquara, Batatais, Brodowski, Cravinhos, Franca, Ribeirão Preto e São Carlos.

As medidas mitigadoras para atropelamento de animais domésticos diferem das medidas para animais silvestres e estão mais relacionadas à educação ambiental dos motoristas e da população residente no entorno da rodovia e ações para redução do limite de velocidade.

Em relação à redução do limite de velocidade, os trechos de rodovia que atravessam áreas urbanas já possuem limites de velocidade menores, normalmente de 80 ou 90 km/h. No entanto, é importante que esta redução de velocidade venha acompanhada de fiscalização rigorosa e multa dos infratores de forma a inibir o desrespeito aos limites estabelecidos.

As medidas de educação ambiental podem ser trabalhadas com os usuários da rodovia através da distribuição de panfletos sobre o atropelamento de animais em praças de pedágio e nos pontos de assistência ao usuário. Considera-se, no entanto, que resultados mais efetivos surgirão de medidas voltadas à população residente no entorno da rodovia.

Recomenda-se que sejam feitas parcerias com os Centros de Controle de Zoonoses (CCZs) dos municípios da região. De acordo com pesquisa realizada na internet em 26/08/2014, a maior parte dos municípios afetados pela rodovia não possuem CCZs, com exceção de Américo Brasiliense, Araraquara, Cravinhos, Franca, Jardinópolis, Ribeirão Preto, Santa Rita do Passa Quatro e São Carlos. Porém, mesmo os municípios que não possuem o CCZs podem ser beneficiados através de parcerias com as prefeituras locais.

Nos municípios que possuem CCZs as parcerias podem contemplar campanhas educativas com a população para manterem os animais presos em casa e para diminuição do abandono, e campanhas de castração, vacinação e doação de animais. É importante que nestas campanhas os animais recebam chips de identificação para que o dono possa ser encontrado e responsabilizado em caso de abandono.

A concessionária pode firmar parcerias para que os animais domésticos encontrados feridos ou abandonados na rodovia sejam levados aos CCZs e em contrapartida auxiliar os

centros financeiramente através da reforma de recintos e da aquisição de materiais. Nas cidades que não possuem CCZs as parcerias podem consistir no auxílio às prefeituras para construção destes centros que quando ficarem prontos receberão os animais vitimados na rodovia.

6.3. Banco de Dados

O Estado de São Paulo por sua extensa malha rodoviária, urbanização e fragmentação da vegetação nativa necessita de uma ampla rede de pesquisa em ecologia de estradas. Sugere-se o estabelecimento de um banco de dados georreferenciado único de atropelamentos onde as concessionárias, a ARTESP, o DER e a DERSA alimentem este banco de dados com informações sobre os atropelamentos, visto que este apontamento é uma prática rotineira na inspeção diária das rodovias. Estes dados poderiam ser usados pela CETESB nos processos de licenciamento para identificação dos pontos críticos de atropelamento e recomendação de medidas mitigadoras. Pelo fato de ser um banco único de todas as rodovias seria possível ter um olhar mais abrangente dos impactos sobre a fauna, diferentemente do que ocorre atualmente, onde os dados de cada processo são analisados de forma separada gerando uma visão fragmentada.

Este banco de dados apontaria além dos atropelamentos a localização e o tipo das passagens de fauna já instaladas. Esta informação poderia ser usada na definição do local de plantios compensatórios de mudas nativas e para a implantação de corredores ecológicos, aumentando a conectividade da vegetação e das populações de animais do Estado e resultando em um processo de desfragmentação do Estado de São Paulo. Por sua vez, o estudo da desfragmentação do Estado e da implantação de corredores ecológicos apontaria os locais necessários para instalação de passagens de fauna.

Ressalta-se ainda a importância e a necessidade da troca de informações entre o órgão licenciador e os centros de pesquisa. Por um lado o órgão licenciador pode fornecer informações sobre os processos de licenciamento, as análises realizadas e as práticas adotadas para subsídios e direcionamento dos trabalhos de pesquisa. Por outro lado, os pesquisadores podem através dos resultados de pesquisa auxiliar os técnicos do órgão na tomada de decisão e na proposição de condicionantes das licenças, bem como na elaboração de instrumentos legais a serem usados nos processos de licenciamento.

7. CONCLUSÃO

A avaliação de impacto ambiental de um projeto é uma ferramenta importante para a conciliação de desenvolvimento econômico e social com preservação do meio ambiente. O atropelamento de animais é um impacto negativo decorrente da construção e ampliação de rodovias que pode ser reduzido se forem implantadas medidas mitigadoras adequadas de acordo com a análise das espécies mais atropeladas e pontos críticos de atropelamento.

Destacam-se neste trabalho entre as espécies de animais silvestres mais atropeladas, uma ameaçada de extinção, o lobo-guará e uma vulnerável, a raposinha-do-campo. Nestes casos, os altos índices de atropelamento podem contribuir para o declínio populacional destas espécies e até mesmo para sua extinção. Destaca-se ainda a capivara com o maior número de atropelamentos. A capivara apesar de ser uma espécie generalista, pelo seu porte pode causar acidentes graves e até mesmo fatais, e uma diminuição no número de atropelamentos desta espécie resulta em uma maior segurança ao usuário da rodovia. Para as três espécies apontadas é importante a realização de estudos e a proposição de medidas mitigadoras específicas.

É possível fazer uma associação da ocorrência de atropelamento de animais silvestres com a presença de cursos d'água, que funcionam como corredores ecológicos, mostrando sua importância na definição de locais prioritários para implantação de medidas mitigadoras.

Destaca-se a ocorrência de pontos críticos de atropelamentos de animais silvestres em áreas próximas à unidades de conservação, uma situação crítica quando se considera que estes são locais destinados à preservação das espécies. Assim, na implantação de rodovias os projetos devem evitar atravessar unidades de conservação. No caso de rodovias já implantadas devem ser estudadas medidas específicas para evitar estes atropelamentos.

Os dados deste trabalho mostraram que os pontos de atropelamentos de animais silvestres diferem dos animais domésticos e que este último grupo é responsável por uma parcela considerável dos atropelamentos, normalmente associados à passagem das rodovias por áreas urbanas. Considerando que as rodovias paulistas atravessam paisagens heterogêneas é importante o estudo e a proposição de medidas mitigadoras diferentes para cada grupo.

Dentre as medidas mitigadoras para animais silvestres, destaca-se a implantação das passagens de fauna, muito discutida atualmente. Porém estas passagens não são soluções

adequadas para todas as situações, sendo necessária a análise da paisagem em cada ponto. Estas passagens devem ser continuamente monitoradas e confrontadas com os pontos críticos de atropelamento das rodovias para avaliação de sua eficácia.

Sugere-se para as próximas pesquisas em ecologia de estradas que sejam abordados os seguintes temas: relacionamento entre espécie atropelada e paisagem no entorno, principalmente no caso do efeito da ocorrência de lagoas sobre o atropelamento de capivaras e o relacionamento entre ocorrência de cursos d'água e atropelamento de animais silvestres; influência do tipo de divisão das pistas sobre o atropelamento de fauna; causas e possíveis medidas mitigadoras para atropelamentos de cães; e influência da largura do canteiro central sobre o atropelamento de fauna.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, F.D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo**. 2012. 79p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Terrestres) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

ANDRADE, E. V. E.; MOURA, G. J. B. Proposta de manejo das rodovias da Rebio Saltinho para mitigação do impacto sobre a anurofauna de solo. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.2, n.2, p.25-38, nov.2011.

ARTESP – AGÊNCIA REGULADORA DE TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <www.artesp.sp.gov.br>. Acessado em: 20 de maio de 2014.

ASCENSÃO, F.; MIRA, A. **Impactos das vias rodoviárias na fauna silvestre – Relatório Final**. Universidade de Évora. Portugal, 2006.

AUTOVIAS. Disponível em: <www.autovias.com.br>. Acessado em: 27 de maio de 2014.

BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. 74p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília - DF.

BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; MARTIN, T.S.; HÓBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento brasileiro. In: BAGER, A. (Ed.) **Áreas Protegidas – Repensando as escalas de atuação**. Porto Alegre: Armazem Digital, 2007. p.49-62

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.

BARD, A.M.; SMITH, .H.T.; EGENSTEINER, E.D.; MULHOLLAND, R.; HARBER, T.V., HEATH, G.W.; MILLER, W.J.B.; WESKE, J.S. A simple structural method to reduce road-kills of royal terns at bridge sites. **Wildlife society Bulletin**, vol. 30, n.2, p.603-605, 2002.

BUENO, A.A.; BELENTANI, S.C.S.; RIBEIRO, M.C. Mortalidade da fauna silvestre nas rodovias do Triângulo Mineiro. 2005. In: BELENTANI, S.C.S. **Monitoramento dos mamíferos carnívoros nos parques florestais da A.W. Faber-Castell S.A.**, Triângulo Mineiro, Brasil. Relatório Técnico não publicado. 40p.

BUENO, C; FREITAS, L.; COUTINHO, B. Padrões de fragmentação florestal e suas relações com os atropelamentos de fauna silvestre: o caso da BR-040. In: IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 2009. **Atas de evento**. Rio de Janeiro, 2009. p.526-530.

CEPAGRI – CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. Disponível em: <www.cpa.unicamp.br>. Acessado em 28 de maio de 2014.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Pesquisa CNT de Rodovias. Disponível em: <www.pesquisarodovias.cnt.org.br>. Acessado em: 20 de maio de 2014.

COMMITTEE ON ECOLOGICAL IMPACTS OF ROADS DENSITY, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads**. Washington, 2005.

DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM. Disponível em: <www.der.sp.gov.br>. Acessado em: 20 de maio de 2014.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. Sinalização de regulamentação de velocidades – Procedimentos. 2012. Disponível em: <www.der.sp.gov.br>. Acessado em: 15 de junho de 2014.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma DNIT 077/2006 – ES: Cerca-viva ou tela para proteção da fauna – Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2006.

ECOPLANS – ECOLOGIA PLANEJADA SUSTENTÁVEL DO BRASIL. **Monitoramento da fauna nas passagens (faunodutos) da Rodovia Antônio Machado Sant’Anna – SP-255**. Franca, 2013. 82 p.

ECOPLANS – ECOLOGIA PLANEJADA SUSTENTÁVEL DO BRASIL. **Monitoramento da fauna nas passagens (faunodutos) da Rodovia Cândido Portinari – SP-334**. Franca, 2013. 30 p.

ESPERANDIO, I.S. **Padrões espaciais de mortalidade de mamíferos silvestres e domésticos na Rota do Sol**. 2011. 20p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

FORMAN, R.T.T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J.A.; CLEVINGER, A.P.; CUTSHALL, C.D.; DALE, V.H.; FAHRIG, L.; FRANCE R.; GOLDMAN, C.R.; HEANUE, K.; JONES, J.A.; SWANSON, F.J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T.C.; **Road ecology: science and solutions**. Island Press, Washington, 2003. 481p.

FREITAS, S.R.; TEIXEIRA, A.M.G; METZGER, J.P. Estudo da relação entre estradas, relevo, uso da terra e vegetação natural de Ibiúna – SP, com enfoque na ecologia da paisagem. **Revista Brasileira de Conservação da Natureza**, vol. 7, n°2, out. 2009.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Vassununga**. São Paulo, 2009.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Disponível em:<www.fflorestal.sp.gov.br>. Acessado em 27 de maio de 2014.

GOOGLE MAPS. Disponível em:< www.google.com.br/maps>. Acessado em 1° de junho de 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em 27 de maio de 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Disponível em: <www.icmbio.gov.br>. Acessado em 28 de maio de 2014.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Sumário executivo do Plano de Ação Nacional para Conservação da Onça-Parda. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-planos-de-acao-nacionais>. Acessado em: 11 de julho de 2014.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL – IBRAM. **Rodofauna – Relatório Semestral**. Brasília, 2010.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL – IBRAM. **Diagnóstico e proposição de medidas mitigadoras para o atropelamento de fauna na BR-020 – Projeto Rodofauna**. Brasília, 2012.

INSTITUTO FLORESTAL. Disponível em: <www.iflorestal.sp.gov.br>. Acessado em 27 de maio de 2014.

JACOBSON, S. L. Mitigation Measures for Highway-caused Impacts to Birds. **USDA Forest Service Ge. Tech. Rep, PSW-GTR-191**, 2005.

LIMA, S.M. & OBARA, A.T. 2004. Levantamento de animais silvestre atropelados na BR-227 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna. Disponível em: <http://www.faanativa.com.br/downloads/impactos/animais_atropelados_em_rodovias.pdf>. Acessado em: 29 de maio de 2014.

MENEGHETTI, D.U.O.; MENEGUETTI, N.F.S.P.; TREVISAN, O. Georreferenciamento e reavaliação da mortalidade por atropelamento de animais silvestres na linha 200 entre os municípios de Ouro Preto do Oeste e Vale do Paraíso – RO. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v.1, n.1, p.58-64, mai-out 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção – Anexo à Instrução Normativa nº 03, de 26 de maio de 2003. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/IN_03_2003_MMA_FaunaAmeacada.pdf>. Acessado em: 28 de maio de 2014.

PAULA, R.C.; MEDICI, P.; MORATO, R.G. **Plano de ação (PAN) para a conservação do lobo-guará**: análise de viabilidade populacional e de habitat. Brasília, Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade – Centro Nacional de Pesquisas para Conservação de Predadores Naturais, 2008.

PRADA, C.S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos.** 2004. 147p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

RODRIGUES, F.H.G. **Biologia e Conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas.** 2002. 96p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP.

ROSA, C.A. **Efeito de borda de rodovias em pequenos mamíferos de fragmentos de florestas tropicais.** 2012. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SÃO PAULO. Decreto nº 56.031 de 20 de julho de 2010. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas, as Quase Ameaçadas, as Colapsadas, Sobreexplotadas, Ameaçadas de Sobreexplotação e com dados insuficientes para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/decreto/2010/2010_Dec_56031.pdf>. Acessado em: 28 de maio de 2014.

SECCO, H.; RATTON, P.; CASTRO, E.; LUCAS, P.S.; BAGER, A. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**, vol.7, n.3, p.561-571, 2014.

SECRETARIA DE LOGÍSTICAS E TRANSPORTES DE SÃO PAULO. Disponível em: <www.transportes.sp.gov.br>. Acessado em: 21 de maio de 2014.

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R. **Climatologia/ Classificação Climática.** Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula3.pdf>>. Acessado em 1º de junho de 2014.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL DO BIOTA FAPESP. Disponível em: <<http://sinbiota.biota.org.br/atlas/>>. Acessado em 1º de junho de 2014.

SOUSA, C.O.M; FREITAS, S.M.; DIAS, A.A.; GODOY, A.B.P.; METZGER, J.P. O papel das estradas na conservação da vegetação nativa do Estado de São Paulo. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009. **Anais. INPE**, 2009. p.3807-3094.

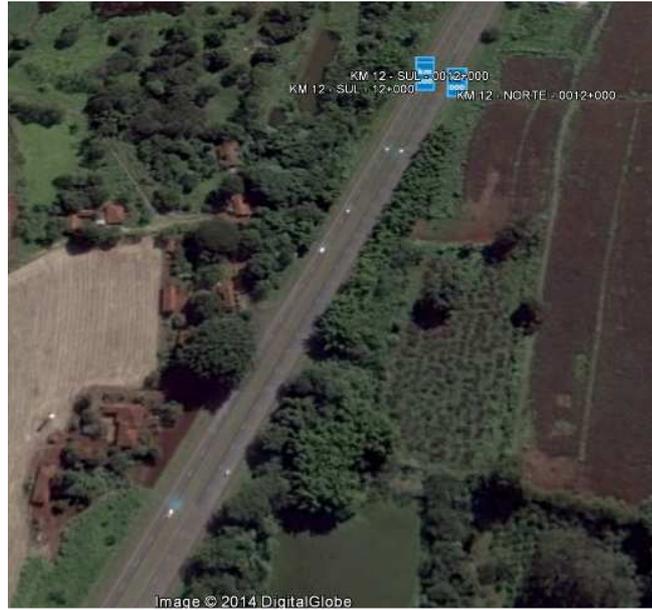
TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v.14, n.1, p 18-30, 2000.

TUMELEIRO, L.K.; KOENEMANN, J.; AVILA, M.C.N.; PANDOLFO, F.R.; OLIVEIRA, E.V. Notas sobre mamíferos da região de Uruguaina: estudo de indivíduos atropelados com informações sobre a dieta e conservação. **Biodiversidade Pampeana**, Uruguiana, v.4, p.38-41, 2006.

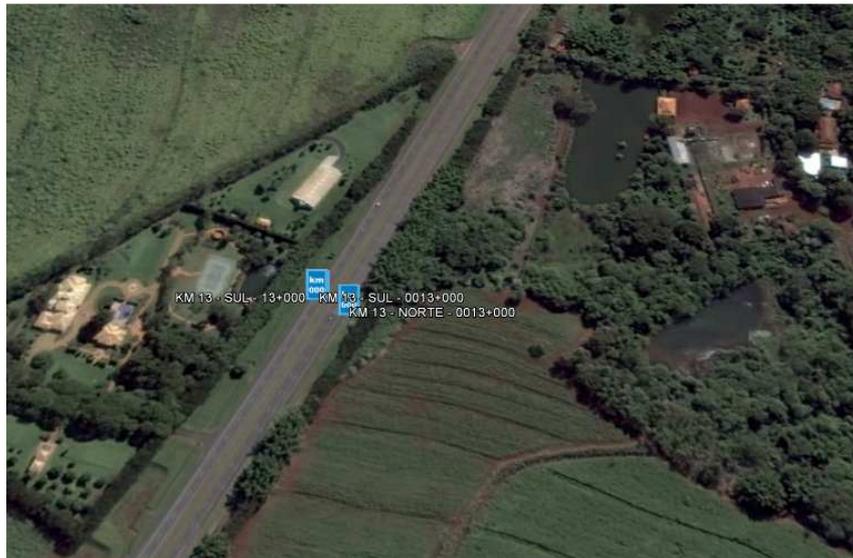
U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Wildlife Crossing Structure Handbook** – Design and Evaluation in North America. Publication N° FHWA-CFL/TD-11-003. Lakewood: Central Federal Lands Highway Division, Março de 2011.

APÊNDICE A – IMAGENS DOS PONTOS CRÍTICOS DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS SILVESTRES

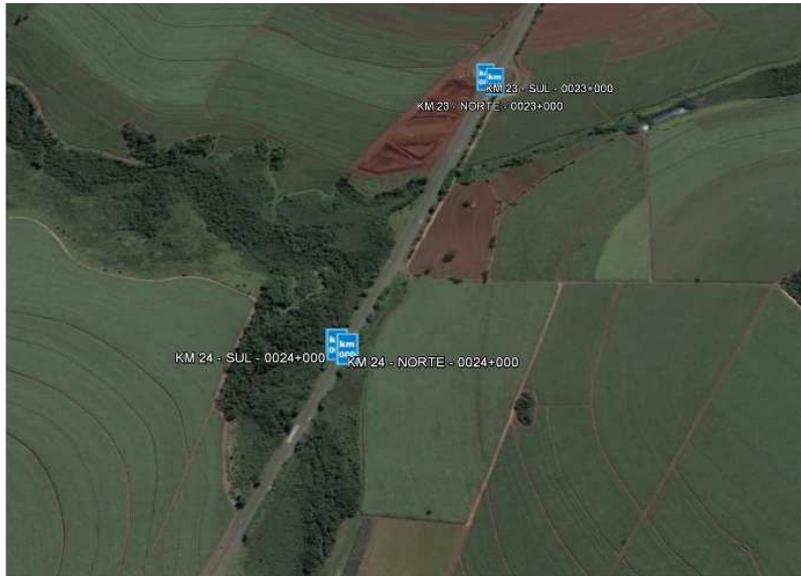
Rodovia SP-255 - Rodovia Antonio Machado Sant'Anna



Km 12



Km 13



Km 23 e 24

Rodovia SP-318 – Rodovia Thales de Lorena Peixoto Júnior

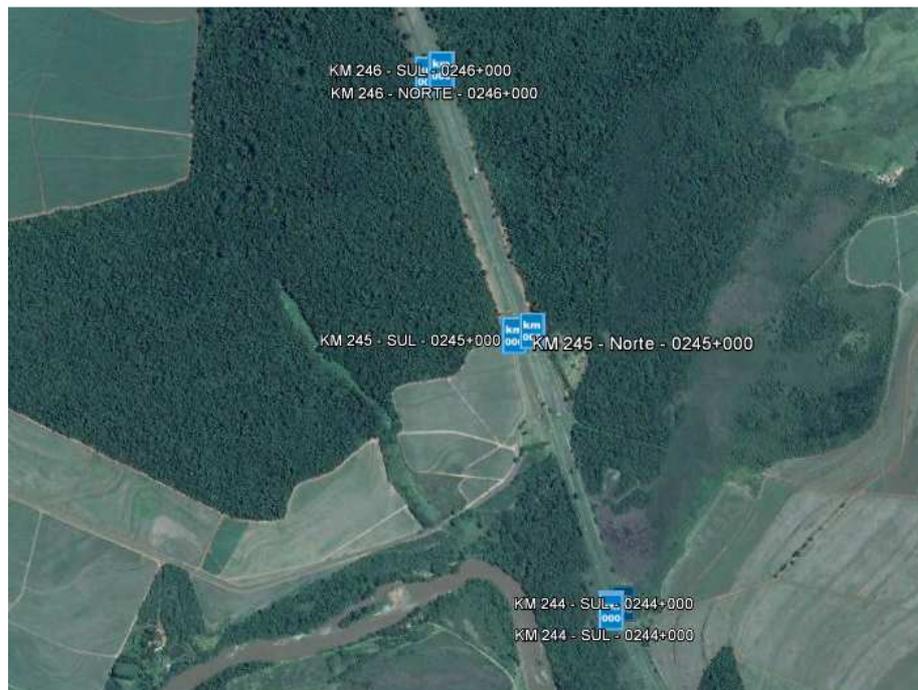


Km 247



Km 249

Rodovia SP-330 – Rodovia Anhanguera



Km 244 e 245

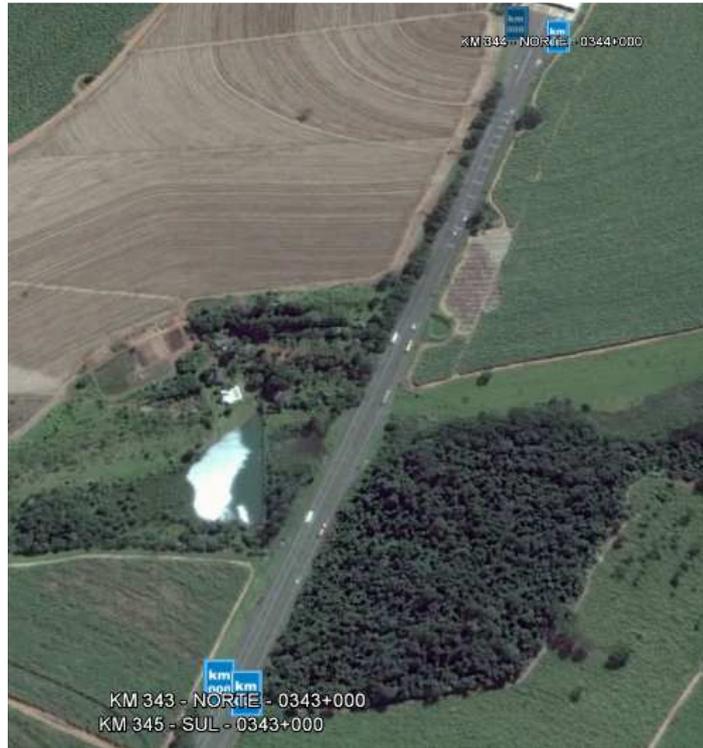


Km 302



Km 313

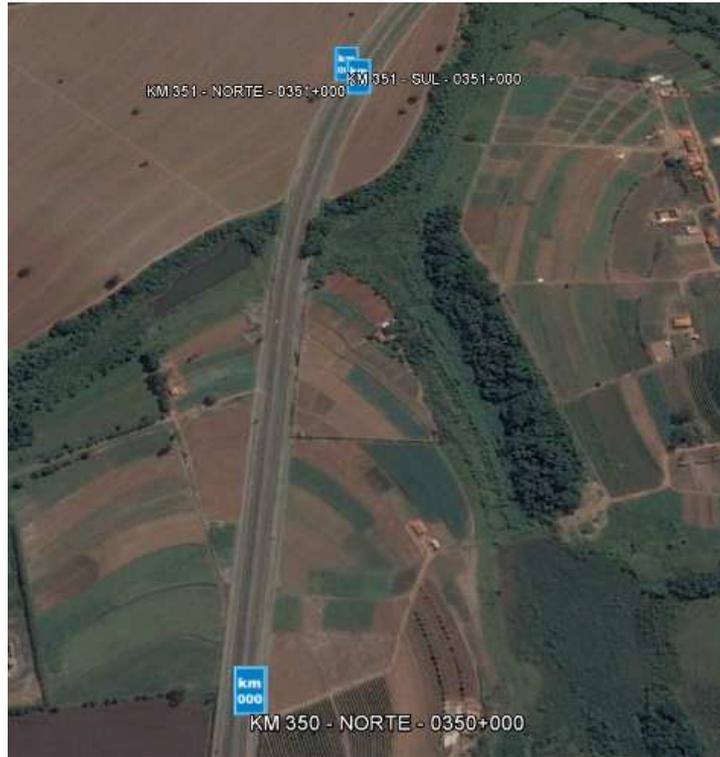
Rodovia SP-334 – Rodovia Cândido Portinari



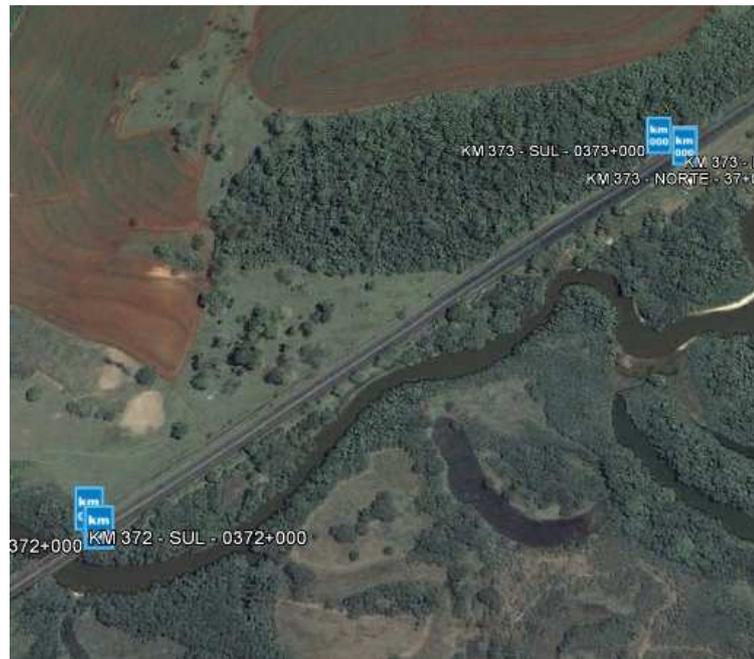
Km 343



Km 347



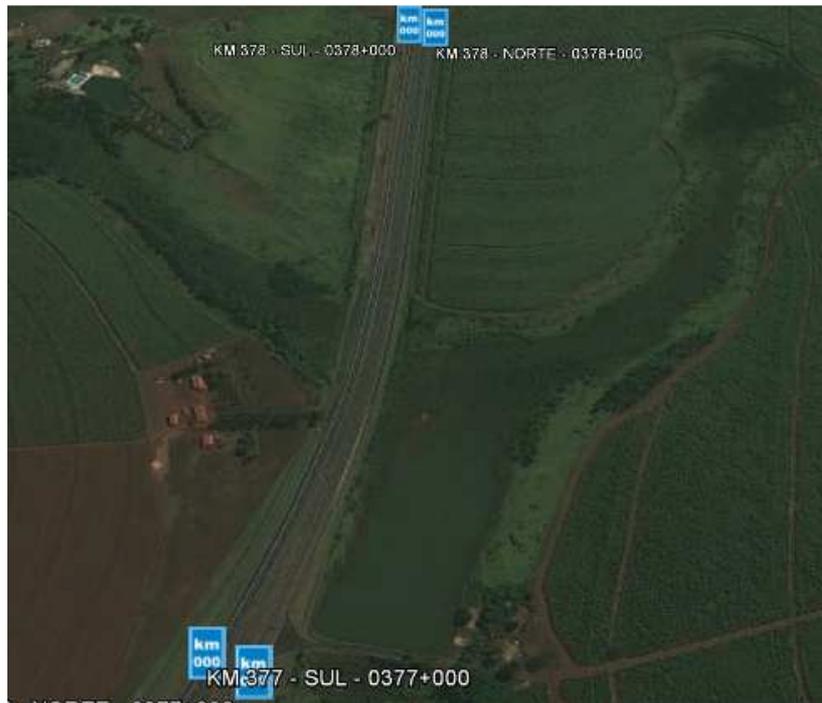
Km 350



Km 372



Km 375



Km 377



Km 393

Rodovia SP-345 – Rodovia Engenheiro Ronan Rocha



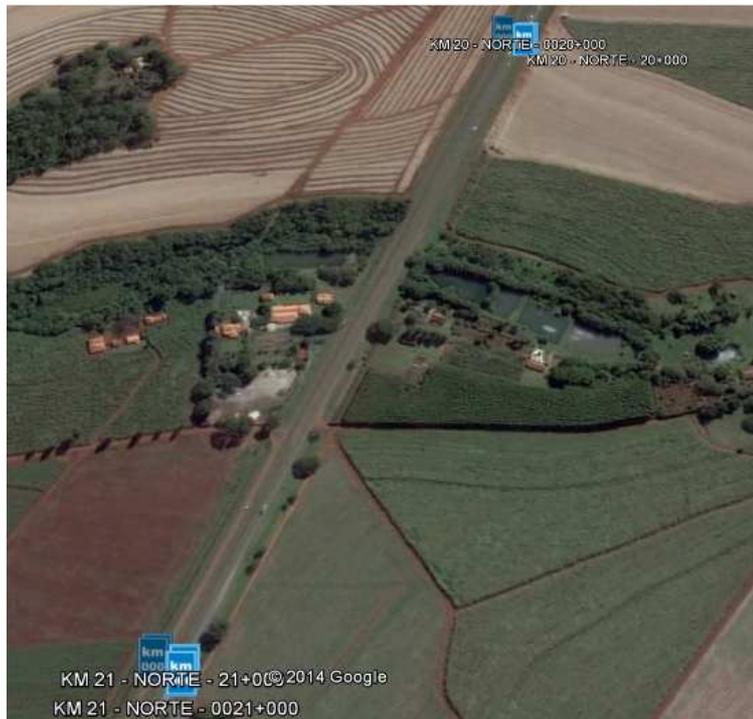
Km 18

**APÊNDICE B – IMAGENS DOS PONTOS CRÍTICOS DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS
DOMÉSTICOS**

Rodovia SP-255 - Rodovia Antonio Machado Sant'Anna



Km 7

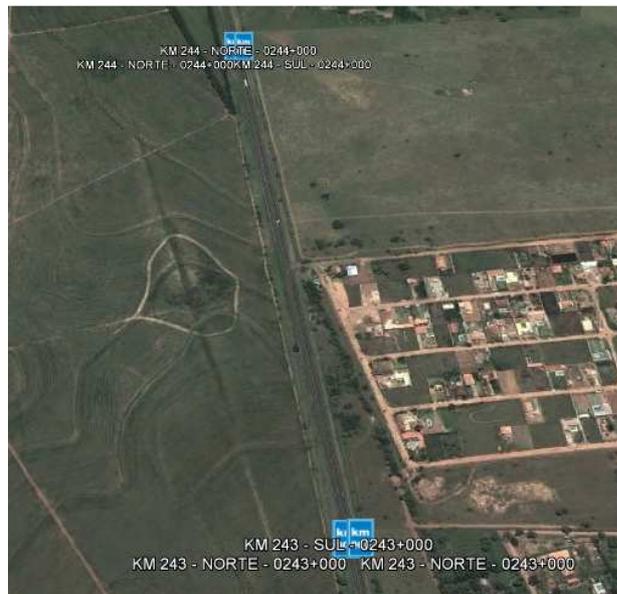


Km 20



Km 78 e 79

Rodovia SP-318 – Rodovia Thales de Lorena Peixoto Júnior

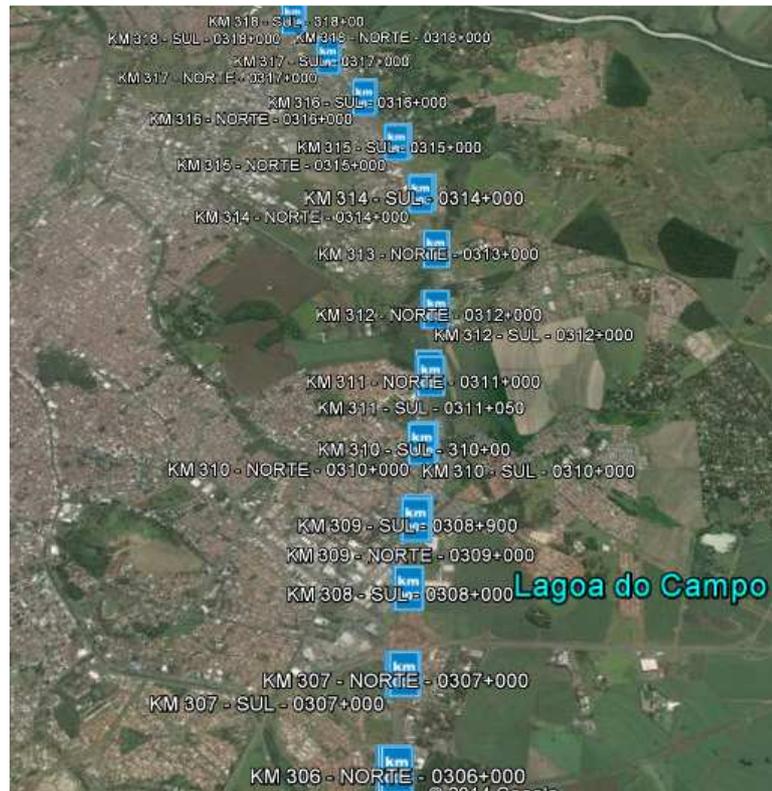


Km 243

Rodovia SP-330 – Rodovia Anhanguera



Km 290 a 294

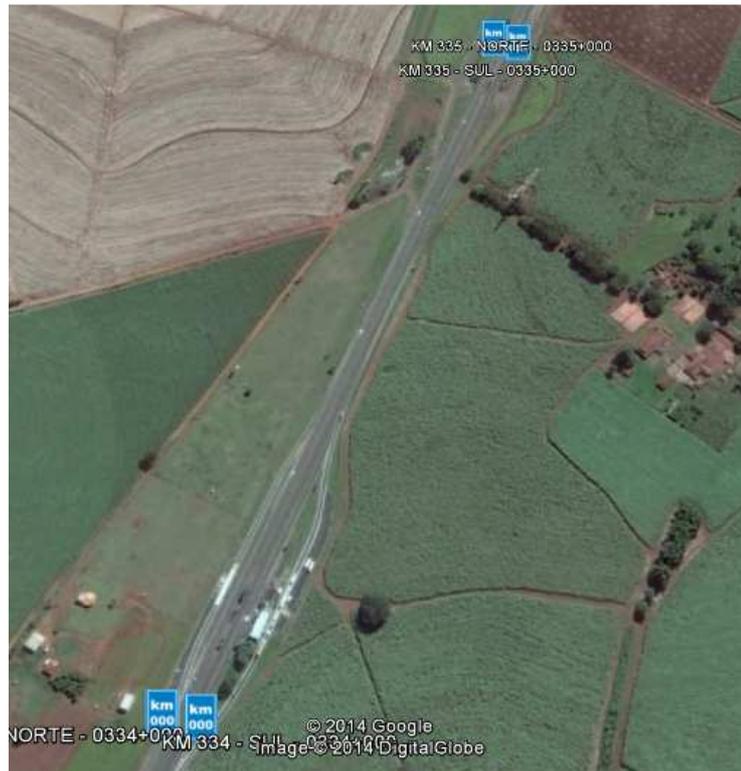


Km 306 a 318

Rodovia SP-334 – Rodovia Cândido Portinari



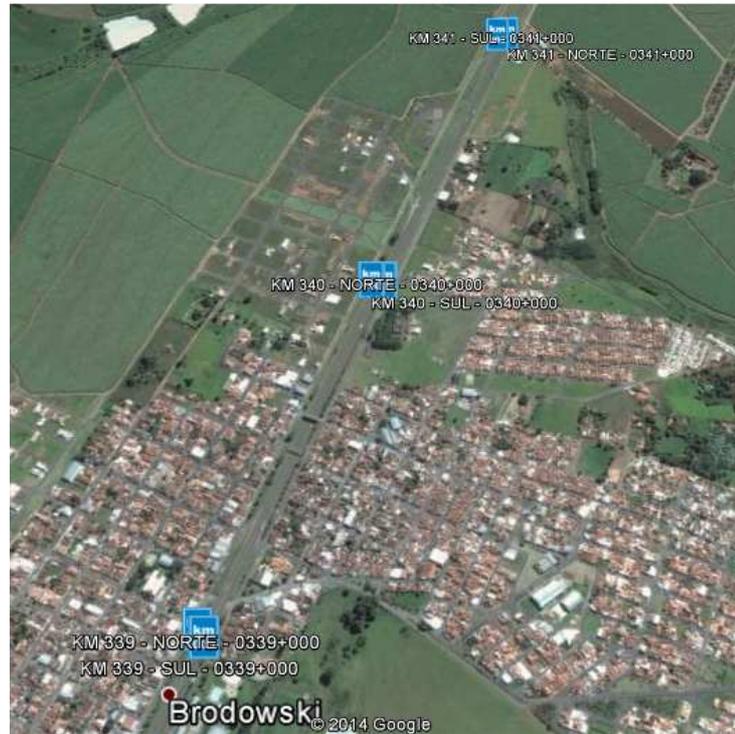
Km 321



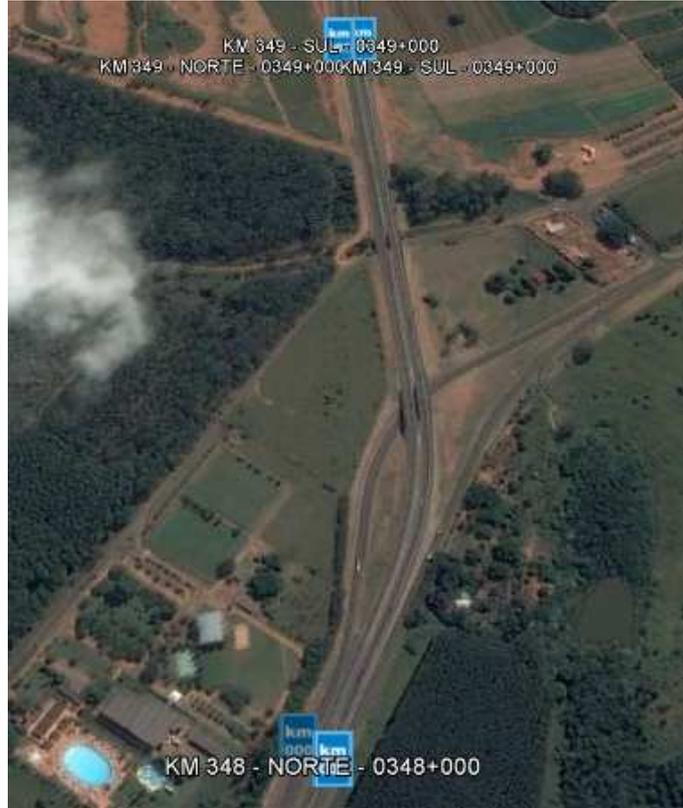
Km 334



Km 336



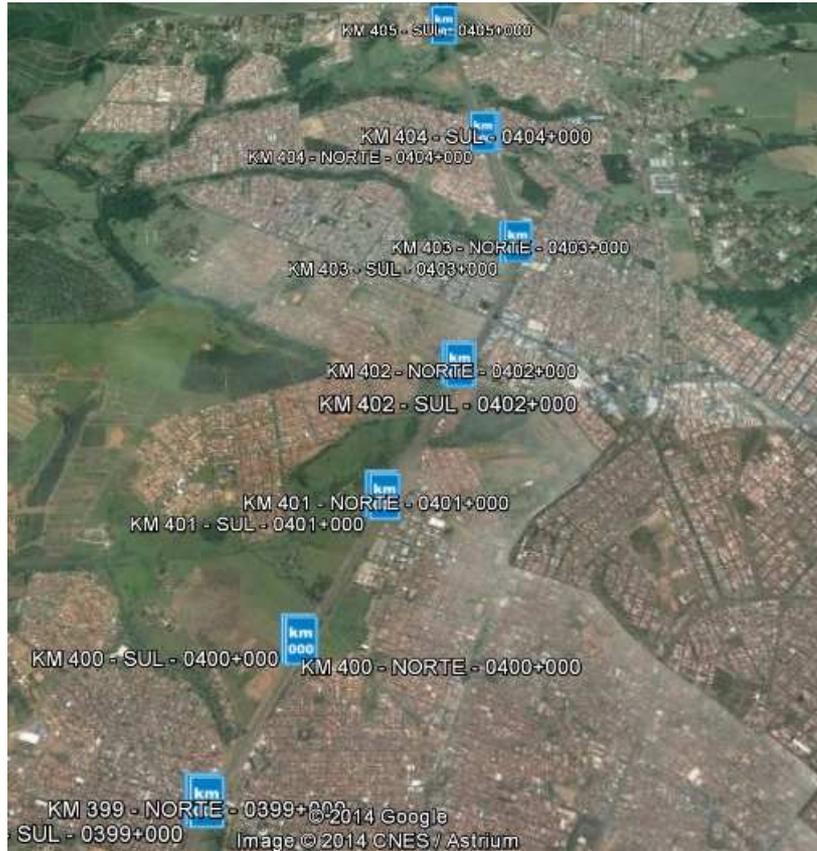
Km 339 a 341



Km 348



Km 396



Km 399 a 405

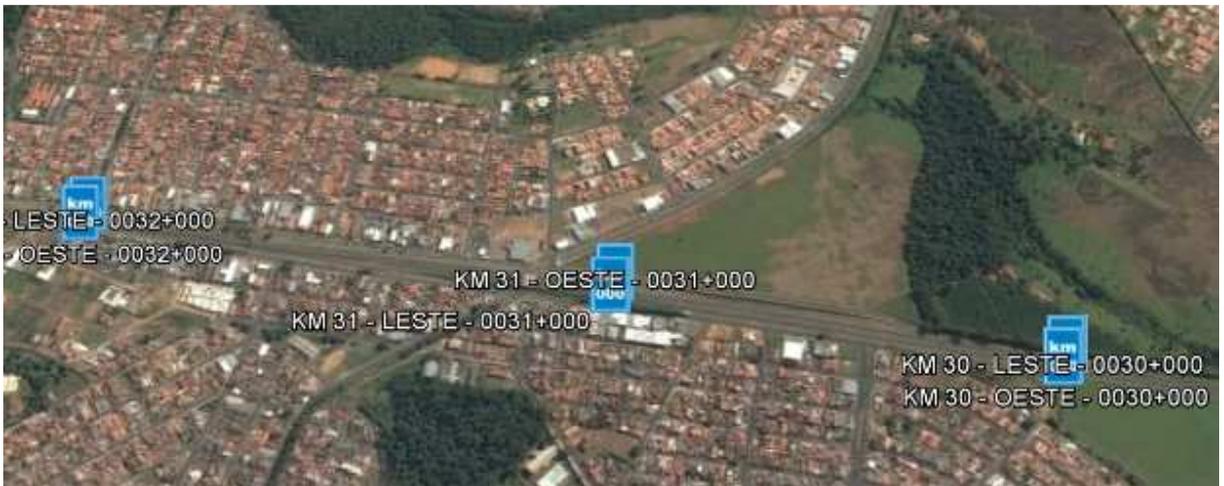
Rodovia SP-345 – Rodovia Engenheiro Ronan Rocha



Km 26



Km 28



Km 30 e 31