

THÁLITA DE RESENDE CARDOSO

**TEMPO DE PERMANÊNCIA DE CARCAÇAS EM RODOVIAS:
ANÁLISE METODOLÓGICA EM ECOLOGIA DE ESTRADAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas

Orientador

Dr. Alex Bager

LAVRAS – MG

2010

THÁLITA DE RESENDE CARDOSO

**TEMPO DE PERMANÊNCIA DE CARCAÇAS EM RODOVIAS:
ANÁLISE METODOLÓGICA EM ECOLOGIA DE ESTRADAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas

APROVADA em 9 de dezembro de 2010

Dr. Marcelo Passamani UFLA

Dr. Alex Bager UFLA

Dr. Alex Bager

Orientador

LAVRAS – MG

2010

Aos meus pais, Maria Helena e Edmo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), à FAPEMIG e ao Departamento de Ecologia pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos Biotérios do Departamento de Veterinária da UFLA e UNILAVRAS por disponibilizarem meus queridos ratinhos.

Ao apoio, carinho e respeito dos funcionários do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, em especial à Josina e ao porteiro Orondes.

Aos amigos do LAMCA, em especial à Ana, Karen, Gustavo, Aline e Júlio César, que encarou todo o trabalho como se fosse seu, pela amizade, companheirismo e risadas ímpares nas madrugadas dos campos.

Ao professor Alex Bager por confiar no meu trabalho, pelos ensinamentos, pela paciência e firmeza quando necessário.

À minha família, em especial aos meus pais e ao meu irmão Thiago, pela força e incentivo em todo o trabalho, mesmo quando a saudade era muita.

Ao Pedro, pela ajuda nas traduções, por estar sempre presente, e pela compreensão, carinho e cumplicidade nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos de Lavras, Rep. Só Casando e á turminha do “mal”, Lú, Nai, Tya, Marcondes, Rafa, Diego e Marcelo por compartilharem todos os momentos únicos na faculdade, alegrias, vitórias e lutas. Amo vocês!

RESUMO

O número de mortes registradas nos trabalhos sobre atropelamento de fauna é certamente uma subestimativa devido não considerarem os fatores que influenciam o tempo de permanência das carcaças nas rodovias. O objetivo deste trabalho foi avaliar como animais carniceiros e o tráfego influenciam no tempo de permanência de carcaças de animais atropelados. A área de estudo compreendeu um trecho de 850m da rodovia MG-354 no entorno do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, ligando o município de Lavras à Ingaí, Minas Gerais. Os dados foram coletados em 10 campanhas de janeiro a maio de 2010. Cada amostragem foi constituída por uma coleta de 36 horas com início às 6 horas da manhã e término às 18 horas do dia seguinte. Foram definidos 18 pontos amostrais distantes 50m onde, em cada, foi colocado um rato Wistar morto, obtido já sacrificado de biotérios, distribuídos na pista, de modo a ocuparem a margem, o centro e a pista de rodagem. Em cada campanha, metade das carcaças foi instalada às 6 horas da manhã (diurnas) e a outra metade às 18 horas (noturnas). O monitoramento da permanência do animal sobre a rodovia foi realizado a cada 2 horas, percorrendo todo trecho e coletando os dados de cada animal (horário e foto). Foi realizada uma classificação das fotos padronizando as categorias de conservação e integridade física das carcaças. O controle do tráfego de veículos foi realizado durante 30 minutos a cada 2 horas. Também foram realizadas observações não sistemáticas para a identificação de animais carniceiros. Os animais utilizados tiveram peso médio de 254g (mín:100g; máx:530g). Houve diferença significativa apenas entre o tempo de permanência das carcaças diurnas e noturnas. A análise de Kaplan-Meier demonstrou que após a instalação das carcaças a maior probabilidade de retirada das carcaças diurnas foi no período entre uma e duas horas da instalação (81,2%), e das carcaças noturnas no período entre quatorze e quinze horas (61%). Este resultado demonstra que animais atropelados no início da noite somente são eliminados da rodovia na manhã subsequente, aproximadamente no mesmo horário daqueles atropelados pela manhã. Não houve diferença entre o tráfego nos dois sentidos mas sim entre as classes de horário de monitoramento. Os resultados evidenciam que as taxas de atropelamentos são subestimadas e que a presença de animais carniceiros foi o fator de maior influência na retirada de animais da pista. Os principais carniceiros foram *Caracara plancus* e *Milvago chimachima*. Para diminuir os erros de detecção de carcaças, se requer um delineamento amostral onde o horário dos monitoramentos de atropelamentos seja realizado antes do período de atividade dos animais carniceiros.

Palavras-chave: Metodologias. Ecologia de Estradas. Tempo de permanência de carcaças sobre a rodovia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Área de Estudo representada pelo trecho da MG-354 esquematizada com fotos do local em 2010	20
Figura 2	Desenho amostral da metodologia utilizada caracterizando os pontos amostrais, as estações e os locais de instalação das carcaças sobre a MG-354 em 2010	21
Figura 3	Frequência de carcaças diurnas e noturnas sobre o trecho de rodovia da BR 354 em 2010 de acordo com os períodos de tempo de permanência, em horas	27
Figura 4	Análise de Kaplan-Meier para a sobrevivência de carcaças diurnas (A) e noturnas (B) sobre o trecho de pista da BR 354 em 2010 ..	28
Figura 5	Box-Plot para medianas e primeiro e terceiro quartis do tráfego considerando o número de veículos nos horários que as carcaças estiveram sobre o trecho da rodovia BR 354 em 2010	29
Figura 6	Indivíduos das espécies <i>Caracara plancus</i> e <i>Milvago chimachima</i> consumindo carcaças sobre a rodovia MG-354 em 2010	30
Figura 7	Indivíduo da espécie <i>Conepatus semistriatus</i> observado predando uma carcaça sobre a rodovia MG-354 em 2010	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análises de variâncias realizadas entre os dados de tempo de permanência considerando as variáveis horário, local e sentido de instalação das carcaças sobre a MG-354 em 2010.....	24
Tabela 2	Número de carcaças que desapareceram de acordo com o horário de monitoramento na MG 354 em 2010.....	26
Tabela 3	Tempo de permanência de carcaças em horas sobre o trecho de rodovia da BR 354 em 2010, considerando os fatores horário e local de instalação além dos resultados obtidos nas análises das variâncias entre estes fatores	27
Tabela 4	Número de carcaças que permaneceram sobre a BR 354 em 2010 por classe fotográfica considerando o horário de instalação	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	Ameaças à biodiversidade	10
2.2	Rodovias.....	11
2.3	Ecologia de Estradas	13
2.4	Atropelamento de fauna	14
2.5	Fatores que influenciam o tempo de permanência de carcaças em rodovias	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	Área de Estudo	20
3.2	Coleta de Dados	21
3.3	Análise de dados	24
4	RESULTADOS.....	26
5	DISCUSSÃO.....	31
5.1	Peso	31
5.2	Local e horário de instalação das carcaças	31
5.3	Tráfego.....	33
5.4	Animais carniceiros	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A concentração e ampliação contínua de estradas existentes no mundo vem causando significativas mudanças socioeconômicas e ambientais ao longo do tempo (LISBOA, 2003). As ambientais estão fundamentadas na área de estudo denominada Ecologia de Estradas (Road Ecology) que explora a relação entre o ambiente natural e o sistema de estradas.

Estradas são agentes fragmentadores de alto impacto sobre a biodiversidade dos ecossistemas (FORMAN; ALEXANDER 1998). Para a fauna a fragmentação do ambiente diminui o tamanho e qualidade dos recursos, sendo que os animais capazes de transpor a barreira da estrada são forçados a se deslocar sobre a pista, aumentando a probabilidade de colisão com automóveis (TROMBULAK; FRISSELL 2000). O atropelamento de fauna é um impacto altamente evidente e debatido a mais de 50 anos (BAGER et al., 2007).

Entretanto, as taxas de animais atropelados são subestimadas gerando problemas de representatividade dos valores e da real situação dos impactos. A taxa pode ser 12 a 16 vezes maior que a observada em simples contagens de corpos por monitoramento com automóveis (SLATER, 2002). O problema está vinculado à falta de protocolos amostrais envolvendo aspectos como velocidade, frequência, horário do monitoramento e taxa de detecção das carcaças que estão diretamente relacionados ao tempo de permanência destas sobre a pista. Além disso, são apontados fatores tais como clima, sazonalidade de chuvas, fluxo de carros e presença de animais carniceiros na influência do tempo que as carcaças permanecem sobre a pista após o atropelamento.

Existem poucos trabalhos que desenvolveram esta temática, sendo somente um em território brasileiro. Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da presença de animais carniceiros e tráfego, no tempo de permanência de carcaças de animais de pequeno porte atropelados em rodovias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ameaças à biodiversidade

Grandes alterações nos sistemas naturais sempre ocorreram em virtude dos ciclos e distúrbios normais dos ecossistemas. No entanto, a taxa de perturbação está agora acima do normal e o capital coletivo natural está sendo exaurido (MOONEY, 2010). As ameaças à biodiversidade estão vinculadas ao uso crescente dos recursos naturais causado principalmente pela expansão humana e o crescimento populacional. Segundo a Avaliação Ecológica do Milênio (WORLD RESOURCE INSTITUTE, 2005) a maior perda do capital natural da Terra ou "serviços ecossistêmicos" ocorreu nos últimos 50 anos, impulsionado pela duplicação da população e do aumento do consumo per capita. Segundo World Bank (2006), a produção global deverá dobrar nas próximas duas décadas o que, com as limitações de áreas agricultáveis, deve gerar uma alta pressão de exploração de áreas nativas.

A partir da publicação da *Silent spring* de Rachel Carson em 1962 observou-se uma maior preocupação com o meio ambiente e a tentativa de sua valorização (MOONEY, 2010). Houve conseqüências sobre os processos políticos em praticamente todos os níveis, criados para trazer respostas às crises ambientais passadas ou anunciadas, com vista ao estabelecimento de mecanismos de governança ambiental (BARROS-PLATIAU; VARELLA SCHLEICHER, 2004). Tornou-se um dos grandes desafios das sociedades a conciliação de atividades produtivas e geradoras de trabalho e renda com a conservação da natureza.

Apesar da criação de diversos acordos e metas, são grandes as perdas de diversidade biológica incorridos em todos os níveis, do genético a ecossistemas inteiros. Entre as ameaças podemos citar destruição de habitats; introdução de

espécies exóticas; a poluição, com a presença de contaminantes globais ou altas emissões de CO₂ e a super-exploração, como a caça, pesca e tráfico de animais silvestres. Devido ao crescente desmatamento gerado pela exploração da terra ou dos recursos nativos e a expansão de rodovias, cidades e indústrias, a destruição de habitats mostra-se a mais alarmante dentre as ameaças à biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Suas altas taxas geram um processo de mudança no uso da terra sempre mais veloz do que o processo científico de descrição ou descobrimento de novas espécies e compostos naturais de uso medicinal e industrial (FERREIRA et al., 2004; VIEIRA; SILVA; TOLEDO, 2005). Além disso, leva a fragmentação dos ecossistemas influenciando os padrões locais e regionais de biodiversidade (SOULÉ; KOHM, 1989).

2.2 Rodovias

De acordo com definições do Artigo 60 do Código de Trânsito Brasileiro, rodovias e estradas são vias rurais de rodagem pavimentadas (BRASIL, 1997). Estas são importantes para o desenvolvimento econômico e social apesar de impactar de diversas formas o meio ambiente (BARTHOLOMEU, 2006). A seleção dos traçados no planejamento das primeiras rodovias, projetadas e construídas através de métodos de engenharia moderna, somente considerava aspectos geométricos e geotécnicos, baseados no mínimo custo para a construção, com um relativo retorno financeiro dos investimentos. Havia pouca ou praticamente nenhuma participação da sociedade na definição da diretriz dos traçados rodoviários, que eram totalmente determinados pelo Poder Público (LOBER, 1998). Esta situação, somada ao descontrole do uso e ocupação do solo, resultou em severas consequências ao

meio ambiente em todo o mundo, principalmente nas áreas lindeiras às rodovias (LISBOA, 2003).

Em países desenvolvidos, incorporar as considerações ambientais nos processos de planejamento e gerenciamento de rodovias está entre os principais deveres das Agências de Transporte. Nos países em desenvolvimento, a situação é notadamente diferente, pois outras considerações tipicamente políticas, como a redução da miséria ou o desenvolvimento industrial, geralmente, precedem em importância as considerações ambientais (LISBOA, 2003; MCCORMACK, 2001).

O Brasil apresenta, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) 218641 Km de estradas pavimentadas e 1367601 Km não-pavimentadas (ANTT, 2009). Quanto ao estado geral, de acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias 2010, 33,4% das rodovias estão em estado regular, sendo 32,8% regulares e 44,5% em estado ótimo de pavimentação (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES, 2010). Já Minas Gerais contendo 280966 Km de rodovias (ANTT, 2009) apresenta 40,9 % classificadas como em estado regular (CNT, 2010).

O transporte de cargas brasileiro tem grande dependência do modal rodoviário. Esta dependência é verificada comparando-se a participação deste modal em outros países de dimensões continentais: nos Estados Unidos a participação das rodovias no transporte de cargas é de 26%, na Austrália é de 24% e na China é de 8% (CNT, 2002 apud BARTHOLOMEU, 2006). De uma forma geral, apesar das características positivas intrínsecas do modal rodoviário brasileiro, tais como flexibilidade, disponibilidade e velocidade, há uma série de limitações quando comparado aos modais alternativos: baixa produtividade e ineficiência energética, elevados níveis de emissão de poluentes atmosféricos e menores índices de segurança (BARTHOLOMEU, 2006). São retratados diversos impactos ambientais derivados da produção nacional de soja, carnes,

ferro e alumínio atuando em sinergia com as pressões sociais ou populacionais do atual mercado globalizado (SALATI; SANTOS; KLABIN, 2006).

Diante desta situação, o Governo Federal vem criando programas de recuperação das estradas que são inspirados, segundo Martins (2008), em erros acumulados ao longo de décadas que transformaram a malha viária nacional numa estrutura precária e de alto risco, responsável em parte por ocorrências que provocam mortes, ferimentos e grandes prejuízos.

2.3 Ecologia de Estradas

Ecologia de Estradas (Road Ecology) é um termo criado por um ecologista de paisagem, Richard T. T. Forman, em 1998 (FORMAN, 1998). Trata-se de um área emergente e de investigação ecológica baseada em evidências de que as estradas tem efeitos dramáticos sobre os componentes do ecossistema, processos e estruturas, e que as causas desses efeitos estão relacionadas com a engenharia do território e com a política de transportes (COFFIN, 2007). A compreensão destas evidências é de grande aplicabilidade podendo servir como ferramenta para a tomada de decisões no planejamento territorial e em estratégias de conservação envolvendo questões econômicas, sociais, ecológicas e políticas (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996; FORMAN, 2004).

Embora os trabalhos em Ecologia de Estradas estejam ocorrendo com maior frequência na América do Norte, Europa e Austrália, a algumas décadas a publicação do livro Road Ecology (FORMAN et al., 2003) anunciou a promissora multidisciplinária em escala global (COFFIN, 2007). Este fato fica evidenciado pelo grande número de organizações de conferências e congressos, eventos bienais sobre transportes

dedicados a área e o surgimento de centros de investigação (por exemplo, University of California at Davis, Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University; Western Transportation Institute, Montana State) (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009).

Analisando as problemáticas em Ecologia de Estradas entende-se que as estradas, ao alterar a estrutura da paisagem, podem causar um grau de fragmentação bastante elevado (FORMAN et al., 2003). Decorrentes da fragmentação, diversos impactos como os atropelamentos de fauna, a introdução de espécies exóticas, impactos hidrológicos e geológicos podem ser observados (FORMAN et al., 2003). Impactos indiretos também podem ser registrados como a facilitação da ocupação humana e conseqüentemente o acesso de caçadores (COFFIN, 2007), mineradoras, madeireiras, novos colonizadores, cultivos agrícolas e especuladores imobiliários (LAURANCE; GOOSEM; LAURENCE, 2009).

Ao gerar alterações irreversíveis nas relações ecológicas, os impactos mais evidentes e estudados são a perda de habitats para a fauna e a mortalidade por atropelamento (CLEVENGER; CHRUSZCZ; GUNSON, 2003; COELHO et al., 2008; FORMAN; ALEXANDER, 1998).

2.4 Atropelamento de fauna

O atropelamento de fauna é debatido a mais de 50 anos em diversos países. No Brasil o tema é recente, datando o primeiro trabalho a pouco mais de duas décadas (BAGER et al., 2007). Nas últimas três décadas, os atropelamentos foram a principal causa de mortalidade de vertebrados ocasionada por seres humanos sendo que, nos Estados Unidos, os efeitos sobre a mortalidade de vertebrados superaram a caça (FORMAN; ALEXANDER, 1998). Em alguns

casos, a taxa de atropelamento pode ser alta o bastante para exceder o número de mortes por causa natural devido à predação e a doença (FORMAN et al., 2003). Além dos efeitos sobre as comunidades faunísticas, a colisão veicular resulta em outros impactos socio-econômicos com acidentes, pessoas feridas e perdas monetárias para o governo (GLISTA; DEVAULT; DEWOODY, 2007).

Autores sugerem que os motivos pelos quais os animais são mortos por veículos são movidos principalmente pelo arranjo espacial dos recursos (COFFIN, 2007). Pode-se considerar principalmente dois grandes grupos de fatores envolvidos nas taxas de atropelamento: (1) volume e velocidade de tráfego e (2) a proximidade entre as manchas de habitat e dos corredores de movimento da vida selvagem (FORMAN et al., 2003). Diversos fatores específicos da biologia e comportamento da classe faunística estão envolvidos com as taxas de atropelamento. De forma geral, a partir da fragmentação decorrente da construção das estradas, na maioria dos casos os animais encaram as rodovias morfológica e funcionalmente como corredores (FORMAN; GORDON, 1989). O isolamento genético e físico das populações pela baixa permeabilidade das matrizes (particular de cada espécie) força indivíduos a cruzar as estradas e aumentam a probabilidade de colisão com automóveis (LIMA; OBARA 2004; ROSA; MAUHS, 2004; TROMBULAK; FRISSELL, 2000).

Na literatura há mais registros de mortalidade por atropelamentos de aves e mamíferos. Répteis e anfíbios certamente aparecem menos frequentemente devido ao seu tamanho (FORMAN et al., 2003), apesar de uma crescente literatura sugerir taxas significativas de mortalidade destas classes (FAHRIG et al., 1995; HENGEMUHLE; CADEMARTORI, 2008).

As taxas de atropelamento encontradas são subestimadas (ANTWORTH; PIKE; STEVENS, 2005; BAGER et al., 2007; MILLI; PASSAMANI, 2006; SLATER, 2002) gerando problemas à respeito da

representatividade dos valores e da real situação dos impactos. Como comentam Bager et al. (2007), um grande número de trabalhos foram escritos com dados esporádicos, coletados aleatoriamente e de forma complementar com outros objetivos. A maioria dos primeiros registros de atropelamento foi produzida por uma única viagem de automóvel, frequentemente quando o pesquisador estava de férias, estando o resultado sujeito a um largo erro de amostragem (FORMAN et al., 2003). Outro aspecto relevante diz respeito a grande maioria dos estudos de atropelamento de fauna normalmente se concentrarem em colisões de veículos envolvendo veados e outros animais de grande porte, destacando os impactos para a saúde e segurança humana e perda monetária (HUIJSER et al., 2008).

Os problemas mais evidentes nos estudos de atropelamento geralmente estão relacionados à falta de padronização de protocolos amostrais envolvendo aspectos como velocidade, frequência, horário do monitoramento e taxa de detecção das carcaças, que estão diretamente relacionados ao tempo de permanência destas sobre a pista (SLATER, 2002).

2.5 Fatores que influenciam o tempo de permanência de carcaças em rodovias

São apontados fatores tais como clima, presença de animais carniceiros, locais da pista onde ocorreu o atropelamento e tráfego como os que influenciam no tempo de permanência de carcaças sobre a rodovia (ANTWORTH; PIKE; STEVENS, 2005; ROLLEY & LEHMAN, 1992; SLATER, 2002). Baseando-se no modo de vida e padrões de atropelamento em comum, há diferentes tipos de animais presentes em torno das rodovias podendo resumi-los em 5 grupos (DNER/IME, 2001; LAURANCE; GOOSEM; LAURANCE, 2009). O primeiro grupo caracteriza animais que vivem nas paisagens de encostas das rodovias; no

segundo estão as espécies de hábitos fortemente sinantrópicos que seguem o homem em habitats urbanos e periurbanos (pombos, pardais e ratazanas) e as que utilizam a faixa aberta entre matas para forragear em vôo (aves insetívoras e morcegos); no terceiro grupo estão os que utilizam o calor absorvido pelo asfalto da rodovia para termorregulação (répteis e anfíbios); no quarto grupo estão animais que descobriram na rodovia uma forma de propiciar alimento, como aves granívoras como o chopim (*Molothrus bonariensis*) e tipin (*Sicalis luteola*) que se alimentam em grande número do arroz caído das carretas de transporte de grãos; já no quinto grupo estão animais domésticos e animais carnívoros oportunistas que identificam a rodovia como uma oportunidade de captura de presas ou carcaças, como por exemplo o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e carniceiros especialistas como o urubu-comum (*Coragyps atratus*). O tempo de desaparecimento das carcaças dos animais atropelados pode estar relacionado à presença e distribuição espacial dos animais do quinto grupo na região. Diversos autores mencionam observações de animais carniceiros rondando ou retirando carcaças nos locais amostrados por atropelamento. Nestes casos são muito freqüentes autores discutindo sobre as taxas encontradas nos seus estudos justificando possíveis perdas de dados pela influência destes animais (BAKER et al., 2004; JACOBSON, 2005; PATTEN; PATTEN, 2008;)

A presença dos animais carniceiros nas rodovias está vinculada à disponibilidade de alimento e às fontes de recursos nos habitats circundantes (LAMBERTUCCI, 2010; SLATER, 2002). Carcaças de animais atropelados são retiradas por estes animais geralmente logo após o amanhecer (SLATER, 2002) sendo que pequenos animais são levados rapidamente (CANDIDO JR. et al., 2002) e carcaças de animais de médio porte, em geral, somem da rodovia em período compreendido de 1 a 15 dias (FISCHER, 1997). Outro

aspecto que deve ser levado em consideração é que os animais carniceiros assim como corvos e aves de rapina, ao mesmo tempo que estradas se tornam fonte

garantida de alimento, estão em risco de serem atingidos por veículos (JACOBSON, 2005). Este contexto leva a um ciclo de atropelamentos complexo para a compreensão das taxas encontradas nos estudos.

Quanto ao local onde a carcaça permaneceu após o atropelamento, Antworth, Pike e Stevens (2005) observaram taxas de desaparecimento maiores para as carcaças instaladas no centro em relação as da borda. Certamente dados como estes podem indicar uma influência de carniceiros ao detectarem mais facilmente as carcaças do centro. Carcaças sobre a rodagem poderiam desaparecer mais rapidamente devido a um fluxo maior de carros na região. Apesar dessas pressuposições, não existem mais relatos a respeito deste fator.

Outros fatores importantes na influência do tempo de permanência de carcaças sobre a rodovia são as características do tráfego local. Tanto a velocidade do veículo quanto o volume do tráfego influenciam nas colisões com animais selvagens (FORMAN et al., 2003). Áreas com altas taxas de tráfego tendem a ter mais atropelamentos (maior probabilidade de colisões) e menores tempos de permanência de carcaças sobre a rodovia (desaparecimento rápido por prensagem sobre o asfalto ou choque com veículo jogando o animal para fora da pista) (DICKERSON, 1939; ROLLEY; LEHMAN, 1992).

Poucos trabalhos tentaram mensurar o tempo de permanência das carcaças de animais atropelados na rodovia (ANTWORTH; PIKE; STEVENS, 2005; SLATER, 2002; TEIXEIRA, 2010). Slater (2002), usando carcaças de diferentes tipos de animais, avaliou os seus tempos de permanências sobre a rodovia ao comparar diferentes metodologias: distâncias entre as carcaças, frequência do monitoramento e as diferenças entre o dia e a noite. Em estudo semelhante, Antworth, Pike e Stevens (2005) realizaram uma pesquisa em uma estrada na costa atlântica da Flórida Central utilizando iscas de frango e cobras, para avaliar o tempo em que as carcaças permaneceram sobre a estrada observando o tempo/dias que ocorreu o seu desaparecimento, diferenças deste

tempo entre os dois táxons e entre os locais de instalação das carcaças. Já Teixeira (2010), utilizando as carcaças dos animais reais atropelados sobre a rodovia, avaliou os seus tempos de permanência com relação ao tamanho e as diferenças de taxas de detecção.

Com base nos trabalhos de Antworth, Pike e Stevens (2005), Slater (2002) e Teixeira (2010) pode-se inferir sobre a falta de conhecimento e a importância das informações do tempo de permanência sobre a rodovia na precisão das taxas de atropelamento. É neste ponto que a pesquisa se fundamentou ao avaliar a influência dos fatores, local da carcaça na rodovia, tráfego e presença de animais carniceiros sobre o tempo que os animais atropelados permanecem na rodovia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende um trecho de 850m na MG-354, no entorno do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito ($21^{\circ}19'49.35''\text{S}/44^{\circ}58'4.46''\text{W}$) que liga o município de Lavras à Ingaí, sul de Minas Gerais. O trecho da rodovia apresenta-se em linha reta, com pista simples de sentido duplo (uma faixa para ambos os sentidos), sem acostamento e com valas laterais ao longo da metade do trecho (Figura 1).

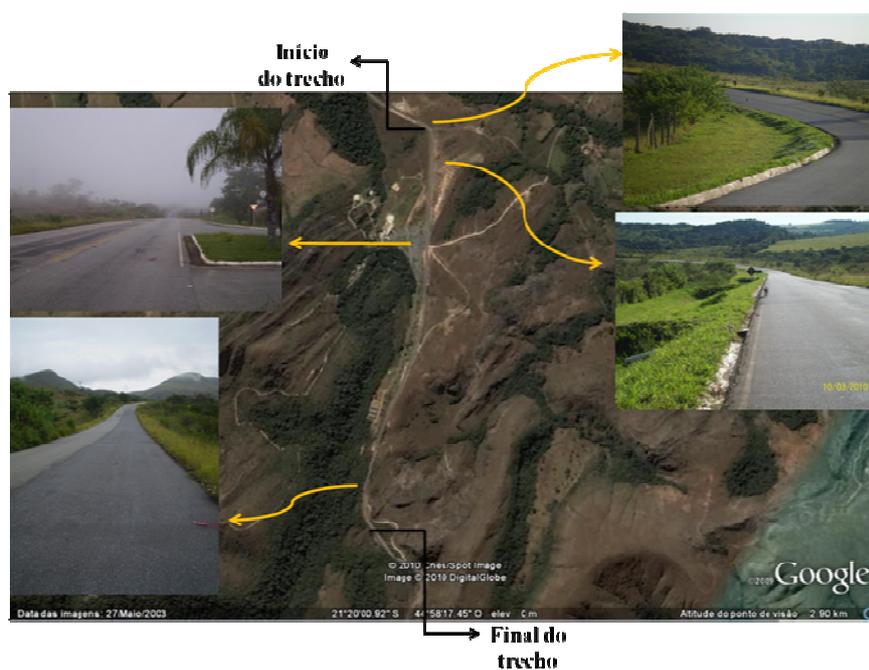


Figura 1 Área de Estudo representada pelo trecho da MG-354 esquematizada com fotos do local em 2010

Fonte: Adaptada de Google Earth 2004

3.2 Coleta de Dados

Os dados foram coletados em 10 campanhas de janeiro a maio de 2010 com intervalos mínimos de uma semana. Cada campanha foi constituída por um período de coleta de 36 horas com início às 6 horas da manhã e término às 18 horas do dia seguinte.

Foram definidos 18 pontos amostrais distantes 50m entre si. O conjunto de três pontos amostrais foi denominado “estação” (N=6), cada estação sendo uma repetição (Figura 2). Em cada ponto foi colocada uma carcaça, rato Wistar obtido já sacrificado nos biotérios da Universidade Federal de Lavras, MG e UNILAVRAS, MG. As carcaças foram previamente numeradas, tingidas e pesadas. O tingimento foi realizado para tornar a cor das carcaças semelhantes aos roedores selvagens.

As carcaças foram instaladas na pista ocupando a margem, o centro e a pista de rodagem. A posição da margem foi caracterizada pela instalação da carcaça sobre o bordo da pista, a posição da pista de rodagem, localizada no local onde as rodas dos carros comumente passam sobre a pista, ($\pm 1,5$ m do bordo da pista) e a do centro, localizada sobre a faixa central da pista (Figura 2).

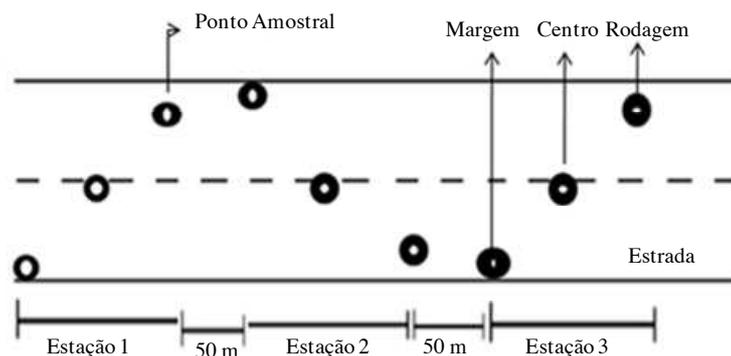


Figura 2 Desenho amostral da metodologia utilizada caracterizando os pontos amostrais, as estações e os locais de instalação das carcaças sobre a MG-354 em 2010

Foram classificadas como diurnas as 9 carcaças dispostas às 6 horas da manhã do primeiro dia e noturnas as 9 carcaças instaladas às 18 horas do mesmo dia. Para garantir a aleatoriedade dos locais do trecho para a instalação das carcaças e a distância entre as estações, foi utilizada uma estação e pulada a subsequente de forma que as carcaças diurnas de uma determinada campanha foram instaladas nas estações 1, 3 e 5, e as noturnas instaladas nas estações 2, 4 e 6. Além disso, na campanha posterior inverteram-se as estações com relação ao horário de instalação.

O monitoramento da permanência das carcaças sobre a pista foi realizado a cada 2 horas coletando dados do tráfego, das carcaças e, em observações não sistemáticas, para a identificação dos animais presentes como carnicheiros na área. Os dados de tráfego de veículos foram coletados durante 30 minutos, após o percurso do trecho em cada monitoramento, obtendo em cada horário o número de veículos considerando a categoria (moto, caminhão, ônibus, carro e outros) e sentido do tráfego. Os dados das carcaças foram obtidos registrando o horário do monitoramento, o estado da carcaça e fotos. Como o estado de conservação das carcaças torna-se um padrão abstrato, com a coleta de fotos de todas as carcaças em todas as horas de monitoramento, foi feita uma classificação comparativa e padronização em categorias de conservação e integridade física das carcaças.

Foram estabelecidas cinco Classes:

- **Classe 1:** Carcaças intactas sem nenhuma alteração corporal ou de posição sobre a pista.
- **Classe 2:** Carcaças com qualquer pequena alteração na integridade física ou localização sobre a rodovia permitindo a identificação:
 - retirada de uma pequena parte por um animal carnicheiro (vestígios de arranhões, “beliscadas”, presença de poucas formigas)

- mudança pouco significativa de local
- pequena desestruturação corporal da carcaça por alteração do tráfego
- **Classe 3:** Carcaças com médias alterações na integridade física ou localização sobre a rodovia permitindo a identificação:
 - retirada parcial de um membro do corpo da carcaça por um carnicheiro
 - mudança de localização da carcaça sobre a pista
 - desestruturação corporal pelo tráfego
- **Classe 4:** Carcaças com grandes alterações na integridade física ou localização sobre a pista não permitindo a identificação.
- **Classe 5:** Desaparecimento total das carcaças.

3.3 Análise de dados

A normalidade foi verificada com os testes de Shapiro-Wilk e de Lilliefors (quando o $N > 51$), as análises de variâncias dos dados foram realizadas através do teste de Kruskal-Wallis (com posterior teste de Dunn) quando os dados foram não-paramétricos e ANOVA para os paramétricos. Todos os testes foram analisados em nível de significância de 5% com o auxílio do programa BioEstat versão 5.0.

Foi realizada uma análise de variância utilizando ANOVA entre os pesos das carcaças diurnas e noturnas. O efeito do peso corpóreo no tempo de permanência das carcaças foi testado por análise de regressão, sendo que primeiramente os dados foram transformados utilizando \ln .

Analisando o tempo de permanência das carcaças sobre a rodovia com relação às variáveis horário de instalação e local da pista foram realizadas análises de variâncias entre os demais dados (margem, centro e rodagens) (Tabela 1).

Tabela 1 Análises de variâncias realizadas entre os dados de tempo de permanência considerando as variáveis horário, local e sentido de instalação das carcaças sobre a MG-354 em 2010

Tempo de permanência	
Carcaças diurnas x Carcaças noturnas	
Iscas diurnas	Margem sentido LA/LU x Margem sentido LU/LA
	Rodagem sentido LA/LU x Rodagem sentido LU/LA
	Margem x Centro x Rodagem
Iscas noturnas	Margem sentido LA/LU x Margem sentido LU/LA
	Rodagem sentido LA/LU x Rodagem sentido LU/LA
	Margem x Centro x Rodagem

LA/LU e LU/LA significam o lado da pista pelo sentido do tráfego, Lavras para Luminárias e Luminárias para Lavras

Utilizou-se a estimativa de sobrevivência de Kaplan-Meier para analisar a probabilidade de desaparecimento das carcaças diurnas e noturnas em relação ao tempo de permanência. Analisou-se o tempo de permanência dos animais na pista utilizando, em cada horário de monitoramento, o número de ocorrências de desaparecimento total de carcaças.

Os dados do tráfego foram agrupados de seis em seis horas sendo definidas classes de horários: 6:00h a 12:00h; 12:00h a 18:00h; 18:00h a 00:00h e 00:00h a 6:00h. Aplicou-se a análise de variância por Kruskal-Wallis entre os dados do tráfego de sentidos opostos.

Os dados do número de carcaças que esteve em cada classe fotográfica foram tabelados. A partir de então, predições foram feitas para analisar a diferença da influência da presença de carneiros e do tráfego no tempo de permanência das carcaças.

- **Classe Fotográfica 1:** carcaças que sofreram influencia direta somente pelos animais carneiros.
- **Classe Fotográfica 2, 3 ou 4:** sofreram alguma influência do tráfego (também com alguma influencia dos animais carneiros).
- **Classe Fotográfica 5:** sofreram influência pelo tráfego.

4 RESULTADOS

O peso médio das carcaças diurnas foi de 256g (mín.=110g e máx.=530g) e das noturnas foi de 251g (mín.=100g e máx.=530g), não havendo diferença no peso das carcaças entre os dois períodos de amostragem ($F=0,1336$; $p=0,7162$). Além disso, não houve relação entre o peso das carcaças e o seu tempo de permanência sobre a rodovia ($F=0,4434$; $p=0,5136$; $R^2=0,0024$).

Considerando todas as carcaças instaladas sobre a rodovia, 84% desapareceram durante o dia e 16 % durante a noite sendo 81% no horário de 6:00h-12:00h (Tabela 2). Dentre as carcaças diurnas 75% permaneceram até 2 horas e 19 minutos (mín.= 0:55h; máx.=23:51h) sobre a rodovia, já as noturnas 14 horas (mín.=2:06h; máx.=17:37h). Quando se comparou as diferentes posições das carcaças na pista e os horários de disposição ficou evidenciada diferença significativa somente no tempo de permanência na análise conjunta dos animais diurnos e noturnos ($H=104,9607$; $p<0,0001$) (Tabela 3).

Tabela 2 Número de carcaças que desapareceram de acordo com o horário de monitoramento na MG 354 em 2010

Horário	Carcaças
6:00h - 12:00h	146
12:00h - 18:00h	5
18:00h - 24:00h	7
24:00h - 6:00h	22

Tabela 3 Tempo de permanência de carcaças em horas sobre o trecho de rodovia da BR 354 em 2010, considerando os fatores horário e local de instalação além dos resultados obtidos nas análises das variâncias entre estes fatores

Horário	Instalação		Tempo de permanência (Horas)			Variância	
	Local	Quartil 75%	Mín.	Máx.	Kruskal-Wallis H e [p]	ANOVA F	
Dia	Margem LA/LU	02:18	01:03	04:19	0,1092 [0,7411]	0,1236 [0,94]	
	Margem LU/LA	02:19	01:04	23:35			
	Centro	02:18	00:57	23:48			
	Rodagem LA/LU	02:18	01:02	23:51	0,4077 [0,5232]		
	Rodagem LU/LA	02:22	00:55	04:19			
	Noite	Rodagem LA/LU	13:53	11:35	02:01		2,3042 [0,1290]
Rodagem LU/LA		13:28	15:10	17:36			
Centro		14:01	02:06	15:38	0,4455 [0,8003]		
Margem LA/LU		13:28	02:56	17:37			
Margem LU/LA		14:22	09:42	17:20			
					1,9122 [0,1746]		

O período de horas que houve maior frequência de ocorrência de carcaças diurnas desaparecendo sobre a pista foi entre 2 e 4 horas após a instalação, já as noturnas entre 12 e 14 horas (Figura 3).

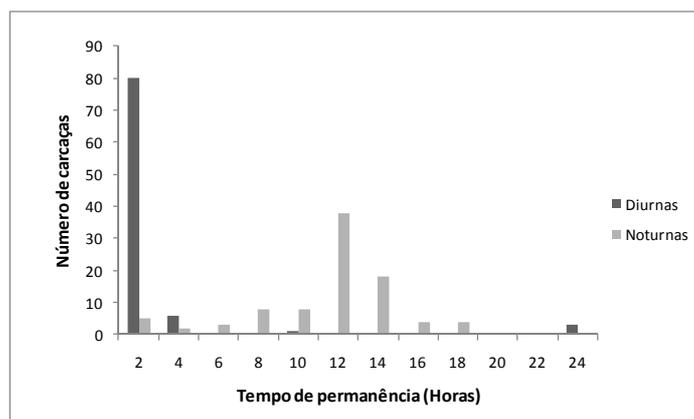


Figura 3 Frequência de carcaças diurnas e noturnas sobre o trecho de rodovia da BR 354 em 2010 de acordo com os períodos de tempo de permanência, em horas

A análise de Kaplan-Meier evidenciou que decorrido um intervalo de 2 horas de instalação das carcaças, apenas 14% ($\pm 7\%$) das diurnas e 95.6% ($\pm 4\%$) das noturnas permaneceram na pista (Figura 4). Esta análise demonstrou que após a instalação das carcaças a maior probabilidade de retirada das carcaças diurnas foi no período entre uma e duas horas da instalação (81,2%), e das carcaças noturnas no período entre quatorze e quinze horas (61%).

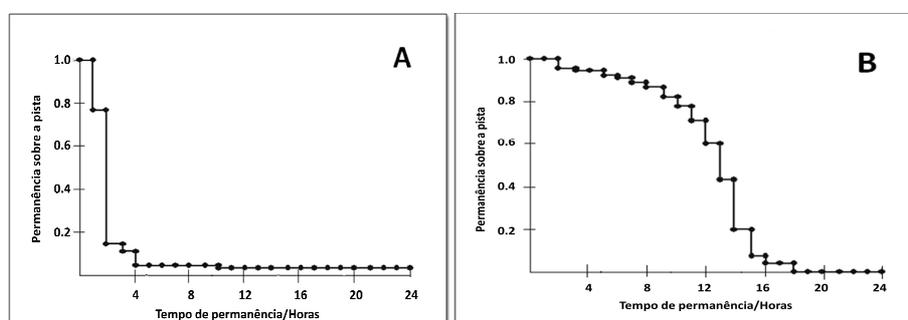


Figura 4 Análise de Kaplan-Meier para a sobrevivência de carcaças diurnas (A) e noturnas (B) sobre o trecho de pista da BR 354 em 2010

O tráfego teve média de 3 veículos por hora. Considerando a reunião dos dados do tráfego de seis em seis horas evidenciou-se que, a classe horária de maior mediana foi a de 12:00h às 18:00h e a de menor a de 00:00h às 6:00h. O tráfego tende a decrescer das 18 horas até as 6 horas da manhã quando então volta a apresentar valores mais altos (Figura 5). Houve diferença entre as classes de horário de monitoramento ($H=40,3395$; $p<0,0001$), exceto a classe horária de 6:00h às 12:00h, que não diferiu da classe horária de 18:00h às 00:00h e da de 12:00h às 18:00h. Além disso, não houve diferença quando comparados os dois sentidos de tráfego ($H=0,8972$; $p=0,3435$).

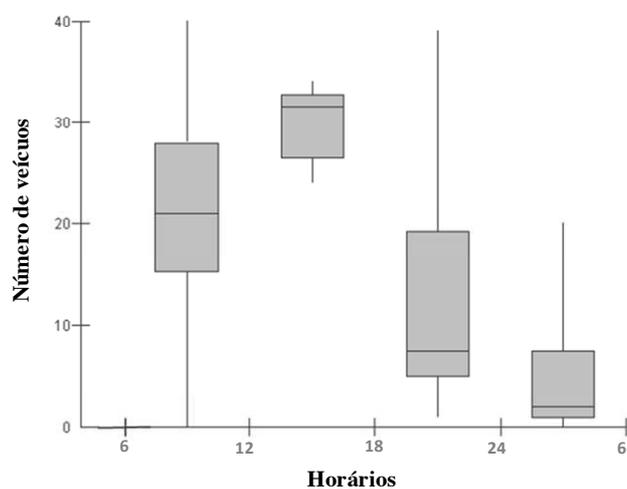


Figura 5 Box-Plot para medianas e primeiro e terceiro quartis do tráfego considerando o número de veículos nos horários que as carcaças estiveram sobre o trecho da rodovia BR 354 em 2010

Durante o dia as carcaças foram atacadas principalmente pelas aves carniceiras das espécies *Caracara plancus*, (Carcará, Caracará) e *Milvago chimachima* (Carrapateiro) (Figura 6), e com menor frequência o urubú da cabeça preta, *Coragyps atratus*. Durante a noite, foi observado um evento com o mamífero *Conepatus semistriatus* (Figura 7), vulgarmente chamado jaratataca, e o comportamento de ronda de corujas e predação das carcaças por formigas não identificadas.



Figura 6 Indivíduos das espécies *Caracara plancus* e *Milvago chimachima* consumindo carcaças sobre a rodovia MG-354 em 2010



Figura 7 Indivíduo da espécie *Conepatus semistriatus* observado predando uma carcaça sobre a rodovia MG-354 em 2010

Nenhuma carcaça desapareceu em decorrência exclusiva do tráfego de veículos. Das carcaças diurnas 91%, sofreram influência somente dos animais carniceiros e 9% sofreram alguma influência do tráfego, ocorrendo o oposto nas carcaças noturnas. Das carcaças noturnas que sofreram alguma influência do tráfego, 60 % atingiram a classe fotográfica quatro, já das carcaças diurnas 5,6 % (Tabela 4).

Tabela 4 Número de carcaças que permaneceram sobre a BR 354 em 2010 por classe fotográfica considerando o horário de instalação

Horário de Instalação	Classe Fotográfica				
	1	2	3	4	5
Dia	82	2	1	5	0
Noite	8	21	7	54	0

5 DISCUSSÃO

5.1 Peso

Não houve relação entre o peso das carcaças e o tempo de permanência delas sobre a pista. Poucos trabalhos examinaram a relação entre o tamanho, peso da carcaça e a persistência desta sobre a pista, mas os dados disponíveis sugerem que carcaças pequenas desaparecem a taxas mais elevadas (FLINT et al., 2010; SLATER, 2002; TEIXEIRA, 2010). Slater (2002) testou a influência do tamanho utilizando partes de carcaças de esquilos e lebres de 25g a 500g, já Flint et al. (2010) utilizaram carcaças de pesos muito maiores como as de gansos e Teixeira (2010) considerou como pequenas carcaças as com pesos menores que 500g e grandes as com pesos maiores que 500g.

5.2 Local e horário de instalação das carcaças

Ao avaliar o tempo de permanência das carcaças sobre a pista em diferentes posições (centro, margem e rodagem) e dentre margem e rodagem nos seus dois sentidos, não foi encontrada diferença significativa. Este resultado não foi o encontrado por Antworth, Pike e Stevens (2005), ao analisarem diferenças entre carcaças de $\pm 30g$ instaladas no centro e nos bordos da pista, apresentando tempos de permanência menores para carcaças instaladas no centro. O autor relaciona este resultado com uma possível melhora de visualização para as aves carniceiras. Este fato estaria relacionado à paisagem de entorno da rodovia ao apresentar um volume e altura maior da vegetação. Sendo assim, os resultados distintos devem estar relacionados ao tamanho dos dois tipos de carcaças (frango e ratos Wistar) e às características do trecho utilizado na monografia, que não

apresentou diferentes possibilidades de visualização para os locais de instalação das carcaças.

A taxa de desaparecimento das carcaças diurnas e noturnas encontrada foi elevada se comparada com outros trabalhos. Antworth, Pike e Stevens (2005) observaram um desaparecimento de 65% de todas as carcaças durante o dia, com 60-97% em até 36 horas após a sua instalação ao longo da estrada. Flint et al. (2010), em estudo do impacto de torres de comunicação, utilizaram carcaças de aves (95% da espécie *Anas acuta* que tem de 56-66cm (SIGRIST, 2009)) e obteve uma taxa menor que 50% de desaparecimento em até 24 horas. Estas diferenças podem estar relacionadas às metodologias utilizadas. Antworth, Pike e Stevens (2005) e Flint et al. (2010) utilizaram 100m de distância entre as carcaças, sendo que Antworth, Pike e Stevens (2005) colocaram as carcaças sobre a rodovia uma vez, durante cada experimento, monitorando-as durante 36 horas e Flint et al. (2009) monitoraram durante 6 dias sendo que nos 3 primeiros as carcaças que foram desaparecendo eram substituídas. Como observou Slater (2002), carcaças equidistantes 0,1 km entre si têm metade do tempo de remoção das colocadas a 0,8 km, enquanto experimentos instalados três dias sucessivos tem taxas de remoção maiores no segundo e terceiro dia, sugerindo uma possível habituação dos animais carniceiros às carcaças, que também pode ter ocorrido no trabalho de monografia.

Houve diferença do tempo de permanência entre as carcaças diurnas e as noturnas. Este resultado demonstra que animais atropelados no início da noite são eliminados da rodovia na manhã subsequente, aproximadamente no mesmo horário daqueles atropelados pela manhã (aproximadamente 8 ou 9 horas da manhã). Este horário, como comentado por Slater (2002) e Devault, Rhodes e Shivik (2003), é o de maior atividade das espécies de aves carniceiras observadas e o de maior ocorrência de atropelamentos. Se os monitoramentos de atropelamentos forem realizados após 8 horas da manhã, 81% dos animais de

pequeno porte que foram atropelados durante o dia e 61% dos durante a noite já terão desaparecido sobre a rodovia.

5.3 Tráfego

A literatura sugere que áreas com maior fluxo de carros tendem a ter maiores taxas de atropelamento e menores tempos de permanência de carcaças sobre a rodovia (DICKERSON, 1939; ROLLEY; LEHMAN, 1992), entretanto este resultado não foi encontrado. Os horários com maior (12:00h às 18:00h) e menor tráfego (00:00h às 6:00h) não coincidiram com os horários de maior e menor desaparecimento de carcaças, o que leva a concluir que as altas taxas de desaparecimento durante \pm 8 horas da manhã não deve estar relacionada ao tráfego. Este resultado corroborou o estudo de Slater (2002) que não encontrou relação entre o tráfego e as taxas de desaparecimento das carcaças, apesar de ter sido realizado em rodovia com taxa de tráfego de 700 veículos por hora, diferente do trecho de rodovia da MG-354 com uma taxa de tráfego de 3 veículos por hora.

5.4 Animais carniceiros

A remoção de carcaças por carniceiros é comentada em muitos trabalhos de Ecologia de Estradas (PATTEN; PATTEN, 2008; BAKER et al., 2004) com base no potencial destes animais de confundir a interpretação dos dados existentes.

Assim como era esperado, pelas grandes diferenças de locais de estudo, as observações não sistemáticas das espécies *Caracara plancus*, (Carará, Caracará) e *Milvago chimachima* (Carrapateiro) diferem de Slater (2002) e Antworth, Pike e Stevens (2005), que observaram principalmente mais

indivíduos de urubú da cabeça preta, *Coragyps atratus* e corvos. Carcarás alimentando-se de carcaças, especialmente na estrada mata, são facilmente vistos (MORRISON; PIAS, 2006). Eles são descritos como oportunistas alimentares (SAZIMA, 2007) alimentando-se principalmente de carniça, embora presas vivas também sejam consumidos. Além disso, como comenta Sazima (2007), os papéis tróficos e táticas de forrageamento das duas espécies de *Milvago* (*M. chimachima* e *M. chimango*) e dos carcarás, são muito semelhantes, apresentando uma grande versatilidade de forrageamento.

Vários pesquisadores tem investigado a eficiência de limpeza dos animais carniceiros, sem ser em rodovias, usando experimentalmente carcaças instaladas. Ao mostrar a eficiência destes animais considerando a disponibilidade e a acessibilidade às carcaças, os resultados corroboram os encontrados no trabalho. No Panamá e Venezuela, 116 de 120 (97%) de frangos colocados em florestas foram retirados por abutres no prazo de 3 dias (HOUSTON, 1988). No Alasca, ursos, lobos e corvos retiraram totalmente mais de 50% (N=15) das carcaças de animais de grande porte (MAGOUN, 1976). Crawford (1971) encontrou uma taxa de remoção de 94% carcaças instaladas experimentalmente. O autor atribui esta remoção à ação de corujas orelhudas (*Bubo virginianus*).

A observação de formigas predando as carcaças durante a noite, também foi apresentada por Antworth, Pike e Stevens (2005) que no estudo identificaram-as sendo indivíduos da espécie *Solenopsis invicta* (formigas de fogo). Trabalhos tem levantado o aspecto do efeito que as formigas podem ter na dissuasão do consumo por outras espécies de carniceiros, embora não exista trabalhos que tenham avaliado isto (ORROCK; DANIELSON, 2004).

Considerando a análise das classes fotográficas, pode-se inferir que nenhuma carcaça desapareceu em decorrência exclusiva do tráfego de veículos,

todas as carcaças desapareceram em seu último monitoramento por ação de um animal carniceiro. Além disso, a maior frequência de carcaças diurnas recebeu a classe fotográfica 1, já as noturnas a classe fotográfica 4. Este resultado pode ser justificado pelo fato das carcaças diurnas terem sido influenciadas no segundo monitoramento pelos animais carniceiros, já as carcaças noturnas tiveram a influência do tráfego durante toda a madrugada.

Considerações metodológicas podem ser feitas. Slater (2002), comparando diferentes tipos de animais mortos, comprovou a eficácia de carcaças de ratos Wistar na similaridade com carcaças reais atropeladas, o que corrobora com a metodologia utilizada nesta pesquisa. Entretanto, como já discutido, a distância e a frequência de instalação das carcaças podem ter influenciado nossos resultados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um crescimento dos estudos de Ecologia de Estradas em território nacional, já que esta área estabelece uma relação íntima entre crescimento econômico e sustentabilidade dos ecossistemas. No geral, embora o sistema econômico globalizado continue a reproduzir instrumentos e ideologias que não priorizam a sustentabilidade do planeta, a busca de soluções para os problemas ambientais tem mobilizado muitos esforços. São válidas e de extrema necessidade as pesquisas que estudam o impacto dos empreendimentos antrópicos na diversidade de fauna e flora, principalmente sob aquelas já ameaçadas de extinção, como forma de aplicar medidas politicamente cabíveis em nível local e regional.

Levando em consideração que os poucos estudos existentes são estrangeiros e não há metodologia apropriada para as características brasileiras, a monografia serviu de piloto para o aperfeiçoamento metodológico. Assim sugerimos mais pesquisas em longo prazo e comparando diversos trechos, pois os resultados podem estar vinculados às características locais (comunidade biótica e abiótica). Além disso, um estudo específico do comportamento e biologia dos animais carniceiros que utilizam a estrada para forragear se mostra necessário. Estes animais, se presentes significativamente em um determinado trecho, além de influenciar no número de carcaças encontradas nos trabalhos de atropelamento daquela região, podem se tornam vítimas ao correrem risco de serem atingidos por veículos, apesar deste resultado não ter sido encontrado.

7 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que as taxas de atropelamentos são subestimadas e que a presença de animais carniceiros foi o fator de maior influência na retirada de animais da pista. Os principais carniceiros foram os indivíduos das espécies *Caracara plancus* e *Milvago chimachima*.

De forma prática sugere-se que, para diminuir os erros de detecção de carcaças, se requer um delineamento amostral onde o horário dos monitoramentos de atropelamentos sejam realizados antes do período de atividade dos animais carniceiros.

REFERÊNCIAS

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, n. 3, p. 355–366, 1994.

ANTT. **Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres – AETT 2009**. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Ministério dos Transportes, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2009/principal.asp> Acesso em 20 de outubro de 2010.

ANTWORTH, R. L.; PIKE, D. A.; STEVENS, E. E.. Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates. **Southeastern Naturalist**, v. 4, n. 4, p. 647–656, 2005.

BAGER, A. (Ed); PIEDRAS, S. R. N.; PEREIRA, T. S. M.; HOBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento.- diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In **Áreas Protegidas.- repensando as escalas de atuação**. Porto Alegre: Armazém Digital, 2007, p. 49-62.

BAKER, P. J.; HARRIS, S.; ROBERTSON, P. J.; SAUNDERS, G.; WHITE, P. C. L. Is it possible to monitor mammal population changes from counts of road traffic casualties? An analysis using Bristol's red foxes *Vulpes vulpes* as an example. **Mammal Review**, v. 34, n. 1-2, p. 115-130, 2004.

BARNUM, S.; RINEHART K.; ELBROCH M. Habitat, Highway Features, and Animal-Vehicle Collision Locations and Indicators or Wildlife Crossing Hotspots. In **Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation**, edited by LEROY I., DEBRA N.; MCDERMOTT, K.P.. Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 2007, p. 511-518.

BARROS-PLATIAU, A. F.; VARELLA, M. D.; SCHLEICHER, R. T.. Meio ambiente e relações internacionais: perspectivas teóricas, respostas institucionais e novas dimensões de debate. **Revista brasileira de políticas internacionais**, v 47, n. 2, p. 100-130, 2004.

BARTHOLOMEU, D. B. **Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**. 2006. 165 p. Tese de Doutorado (Ciências-Economia Aplicada)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Decreto-lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Estabelece o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1997.

CÂNDIDO-JR, J. F.; MARGARIDO, V. P.; PEGORARO, J. L.; D'AMICO, A. R.; MADEIRA, W. D.; CASALE, V.C.; ANDRADE, L. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002, Fortaleza. **Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Fortaleza, 2002, p.553-562.

COELHO, I.P.; KINDEL, A.; COELHO, A.V.P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 689-699, 2008.

COFFIN, A.W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transportation Geograpy**, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **CNT 2010**. Pesquisa CNT de rodovias 2010. Confederação Nacional de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF. Disponível em <

<http://www.sistamacnt.org.br/pesquisacentrodovias/2010/>> Acesso em 20 de outubro de 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **CNT 2002**. Pesquisa CNT de rodovias 2002. Confederação Nacional de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 2002 apud BARTHOLOMEU, D. B. **Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**. 2006. 165 p. Tese de Doutorado (Ciências-Economia Aplicada)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CLEVINGER, A.P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K.E.. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109 , p. 15-26, 2003.

CRAWFORD, R. L. Predation on birds killed at TV tower. **Oriole**, v. 36, n. 4, p. 33–35, 1971.

DEVAULT, T. L.; RHODES JR., O. E., SHIVIK, J. A. Scavenging by vertebrates: Behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. **Oikos**, v. 102, n.2, p.225–234, 2003.

DICKERSON, L. M. The problem of wildlife destruction by automobile traffic. **J. Wild. Manage**, v. 3, n. 2, p.104-116, 1939.

DNER/IME – Projeto de Ampliação da Capacidade Rodoviária das ligações com os Países do Mercosul, BR-101, Florianópolis (SC) – Osório (RS). **Projeto Básico Ambiental-PBA, Subprograma de proteção à fauna**. Julho de 2001. Disponível em:
<<http://www.dner.gov.br/download/pba/13.1%20de20%protecao20a%fauna.pdf>> Acesso: maio/2002.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T.T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Washigton: Island Press, 1996. 80p.

ERICKSON, W. P.; G.D. JOHNSON; YOUNG Jr, D. P. **A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions**. US Forest Service General Technical Report PSW-GTR, v. 191, p. 1029-1042, 2005.

FAHRIG, L.; PEDLAR, J. H.; POPE, S. E.; TAYLOR, P. D.; WEGNER, J. F. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**, v. 74, p. 177-182, 1995.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. **Ecology and Society**, v.14, n.1, p.21, 2009.

FERREIRA, A.A; PRADO, T. R.; GARCIA H. O. L.; OLIVEIRA, I. G.; SILVA, W. J.; ALMEIDA, E. F. Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-153/GO-060 nas imediações do Parque Altamiro de Moura Pacheco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004. Brasília. **Anais do 25º Congresso Brasileiro de Zoologia**, Brasília, 2004, p. 434.

FISCHER, W. A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal-MS**. 1997. 44p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil, 1997.

FLINT, P. L.; LANCE, E. W.; SOWL, K. M.; DONNELLY, T. F. Estimating carcass persistence and scavenging bias in a human-influenced landscape in western Alaska. **Journal of Field Ornithology**, v. 81, n. 2, p. 206–214, 2010.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 207–231, 1998.

FORMAN R. T. T.; GORDON . **Landscape ecology**. New Jersey: MCGraw hill, 1989, 398 p.

FORMAN, R.T.T. Road ecology: a solution for the giant embracing us. **Landscape Ecology**, v. 13, n. 4, p. 3-5. 1998.

FORMAN, R.T.T. Road ecology's promise: What's around the bend? **Environment**. v. 46, p. 8-21, 2004.

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**. Washington: Island Press, 2003, 481 p.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 3, n.1, p. 77–87, 2008.

HENGEMUHLE, A. & CADEMARTORI C. V. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do Mar (RS 389). **Biodiversidade Pampena**. PUC RS, Uruguaiana, v. 6, n. 2, p.4 – 10, 2008.

HOUSTON, D. C. Competition for food between neotropical vultures in forest. **Ibis**, v. 130, n. 3, p. 402–417, 1988.

HUIJSER, M. P.; MCGOWEN, P.; FULLER, J.; HARDY, A.; KOCIOLEK, A.; CLEVENGER, A. P.; SMITH, D.; AMENT, R. **Wildlife-vehicle collision reduction study**. Report to Congress. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC, USA, 2008, 262 p.

JACOBSON, S.L. Mitigation measures for highway-caused impacts to birds. **USDA Forest Service General Technical Report PSWGTR-191**, v.1 e 2, p.1043-1050, 2005.

LAMBERTUCCI, S. A. Size and spatio-temporal variations of the Andean condor *Vultur gryphus* population in north-west Patagonia, Argentina: communal roosts and conservation. **Cambridge University Press**, v. 44, p. 441-447, 2010.

LAURANCE, W.F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S.G.W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, p. 659-669, 2009.

LIMA, S. F.; OBARA, A. T. **Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna**. 2003. Disponível em: <http://faunativa.com.br/downloads/impactos/animais_atropelados_em_rodovias.pdf>. Acesso em: 28 de outubro de 2010.

LISBOA, M. V. Avaliações ambientais estratégicas de rodovias com a utilização de métodos multicriteriais de auxílio à tomada de decisão. In: ENCONTRO BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 5., 2003. Caxias do Sul. **Publicações do V Encontro Bienal da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2003, 23 p.

MAGOUN, A. J. **Summer scavenging activity in northeastern Alaska**. 1976. 167 p. Tese de Mestrado - Univ. of Alaska, Fairbanks, AK, USA, 1976.

MARTINS, H. E. S. **Estradas**. BDJur, Brasília, DF, 3 abr. 2008. Disponível em: <<http://bdjur.stj.gov.br/dspace/handle/2011/16791>>. Acesso em: 2 de setembro de 2010.

MCCORMACK, S. Agents of change. **World Highways**, v.10, n.3, p.32-34, 2001.

MILLI M. S., PASSAMANI M. Impacto da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. **Natureza online**, v. 4, n. 2, p. 40-46, 2006.

MOONEY, H. A. The ecosystem-service chain and the biological diversity crisis. **Philosophical Transactions Royal Society**, v. 365, p. 31–39, 2010.

MORRISON, J. L.; PIAS, K. E. Assessing the vertebrate component of the diet of Florida's crested caracaras (*Caracara cheriway*). **Fla. Sci.**, v. 69, n. 1, p.36-43, 2006.

ORROCK, J. L.; DANIELSON, B. J. Rodents balancing a variety of risks: Invasive fire ants and indirect and direct indicators of predation risk. **Oecologia**, v.140, p. 662–667, 2004.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.

ROLLEY, R. E.; LEHMAN, L. E. Relationships among raccoon road-kill surveys, harvests, and traffic. **Wildlife Society Bulletin**, v. 20, p. 313–318, 1992.

ROSA, A. O.; MAUHS, J. **Atropelamento de animais silvestres na rodovia RS – 040**. Caderno de Pesquisa Sér. Bio. v. 16, n. 1, p. 35-42, 2004.

SALATI, E. ; SANTOS, A. A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes. **Estudos Avançados** v. 20, n. 56, p. 107-127, 2006.

SAZIMA, I. The jack-of-all-trades raptor: versatile foraging and wide trophic role of the Southern Caracara (*Caracara plancus*) in Brazil, with comments on feeding habits of the Caracarini. **Rev. Bras. Ornitol**, v. 15, n. 4, p. 592-597, 2007.

SIGRIST, T. **Guia de Campo Avis Brasilis – Avifauna Brasileira: Pranchas e Mapas**. São Paulo: Avis Brasilis, 2009, 480p.

SLATER, F. M. An assessment of wildlife road casualties - the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. **Web Ecology**, v. 3, p. 33-42, 2002.

SMITH-PATTEN B. D.; PATTEN, M. A. Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the southern Great Plains. **Environmental Management**, v. 41, p. 844–852, 2008.

SOULÉ, M. E.; KOHM, K. A. Research priorities for conservation biology. **Conservation Biology**. v. 3, n. 4, p. 416-418, 1989.

TEIXEIRA, F. Z. **Detectabilidade da fauna atropelada : efeito do método de amostragem e da remoção de carcaças**. 2010. 11p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

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.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

WORLD BANK 2006. **Global economic prospects 2007: managing the next wave of globalization**. Washington, DC, 208 p, 2006.

WORLD RESOURCE INSTITUTE. **Millennium Ecosystem Assessment (2005)**. Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC, 2005.