

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

TATHIANA BAGATINI

EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE ATROPELAMENTO DE
VERTEBRADOS SILVESTRES NAS RODOVIAS DO ENTORNO
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS, DF, BRASIL,
E EFICÁCIA DE MEDIDAS MITIGADORAS

Brasília - DF
2006

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

TATHIANA BAGATINI

EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE ATROPELAMENTO DE
VERTEBRADOS SILVESTRES NAS RODOVIAS DO ENTORNO
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS, DF, BRASIL,
E EFICÁCIA DE MEDIDAS MITIGADORAS

Dissertação apresentada ao Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade de
Brasília como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do Título de
Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Jader Marinho-Filho

Brasília - DF
2006

TATHIANA BAGATINI

EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE ATROPELAMENTO DE
VERTEBRADOS SILVESTRES NAS RODOVIAS DO ENTORNO
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS, DF, BRASIL,
E EFICÁCIA DE MEDIDAS MITIGADORAS

Dissertação apresentada ao Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade de
Brasília como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do Título de
Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Jader Marinho-Filho

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Henrique Guimarães Rodrigues – UFMG

Dra. Ludmila M. de Souza Aguiar – EMBRAPA

Prof. Dr. Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril – UnB

BRASÍLIA, setembro de 2006

TENHO MUITO A AGRADECER A

Meu Orientador, Prof. Jader Marinho-Filho, pela oportunidade privilegiada de tanto aprender, de poder realizar este trabalho e, principalmente, pela confiança em mim depositada. A Flávio Rodrigues, pela inspiração, confiança e colaboração.

Meus chefes no IBAMA, Ronaldo Morato do CENAP e Jorge Luiz Britto Cunha Reis do Licenciamento, por tornarem possível o privilégio de trabalhar e estudar e por acreditarem e apoiarem o aprimoramento das equipes e das pessoas.

Professor Miguel Marini, pelo incentivo para que eu ingressasse no curso e durante a realização e aos Professores John Hay, Saito e todos os professores do Departamento de Ecologia pelo suporte, paciência e disposição a transmitir conhecimento.

Aos membros da banca examinadora. E ainda a Fabiana, Nara, Hugo e Anderson, da equipe das Secretarias dos Departamentos de Ecologia e Zoologia, que além de fazerem um ótimo trabalho, fazem amigos.

Agradeço, também, a todos que ajudaram a tornar esse trabalho uma realidade: Ísis Medri, Giuliana Barriguelli, Eliane Romera e Simone Messias, por ajudarem nas coletas e por compartilharem bibliografias e experiências de campo e de vida; minha cunhada Tatiana Cruz, meu irmão Guilherme Bagatini, minha mãe Célia Bagatini; e meu companheiro Alexis P. Muñoz que fora as coletas, deu auxílio profissional com as figuras, com a informática e, principalmente, infinita compreensão nas minhas longas ausências e apoio emocional constante, que além de tudo isso, ainda torna minha vida maravilhosa a cada dia.

Pablo Amaral, pela seriedade e comprometimento nas coletas entre dezembro de 2004 e janeiro de 2005, que superaram a amizade.

Moara Giason, Letice e Charles Duca, pelo incentivo para o ingresso na UnB; Alan e Léo do Laboratório de Aves; Gustavo Vieira e Fernanda Werneck do Laboratório de Répteis; Alexandra, Raquel, Mônica e Marília, do Laboratório de Mamíferos, pela monumental ajuda na identificação dos animais.

Por compartilharem sua bagagem, a Cristiana Prada e Wagner Fischer, que também me passou seu incentivo e entusiasmo. Pela confiança, colaboração e preocupação com a conservação, a Habib Freixe Neto, do Ministério Público do Distrito Federal.

Julio Azevedo e Luciana Miyahara Teixeira pelo auxílio com o geoprocessamento.

Ana Crystina R. Lacerda, Keila MacFadem e Bruno Versiani pelas sugestões acadêmicas e experiências profissionais compartilhadas.

Todos os colegas de trabalho que, tanto quanto meus chefes, deram suporte à realização do curso e se dispuseram em transformar convívio obrigatório em amizade. E todos os colegas da UnB, por proporcionarem um ambiente de amizade e crescimento mútuo.

Airlane Alencar e Marcelo, além da amizade de uma vida, pelo imprescindível auxílio com a análise estatística.

Lilian Vendrameto pela revisão, compreensão e apoio sempre pronto e pelo companheirismo através dos anos e das distâncias. Rita Sousa, Ana Cláudia Dantas e Pedro de Sousa, que me deram suporte e trouxeram ao mundo o Ian e o Gabriel.

Meus verdadeiros amigos e toda minha família, pela presença constante e por serem exatamente como são. Principalmente meus avós Jandira e Humberto Bagatini, por me ensinarem que o amor cresce com o tempo e o prazer que só se tem retribuindo aos cuidados recebidos, e a priminha Carolina Mitsue Senoi Bagatini, nossa renovação.

E Prenda e Maya que, contrariando suas naturezas, suportaram mudar de território quatro vezes em três anos para permanecermos juntas, demonstrando sem palavras o amor incondicional.

*Aos que não podem falar,
para que sejam ouvidos,
para que não sejam atropelados pela
nossa violenta passagem pelo Planeta
e para que possam ter um futuro, que é
comum a todos nós,
dedico este trabalho
e o de toda minha vida.*

O homem é um habitante psicossomático da biosfera que recobre a superfície do planeta Terra e, sob esse aspecto, ele é uma das espécies de criaturas vivas da Mãe-Terra. [...] Como espírito, o homem possui consistência, distingue entre o bem e o mal e, em suas ações, efetua escolhas.

No campo ético, onde as escolhas do homem são entre o bem e o mal, suas opções resultam em uma contabilidade de crédito e débito morais.

Não sabemos se essa conta é fechada na ocasião do óbito de cada ser humano de vida tão breve, ou se (como crêem os hindus e os budistas) continuam em aberto durante uma série infinda de reencarnações.

Para a rede de relações entre seres humanos encarnados constituintes da sociedade humana, a conta ainda está em aberto e assim continuará enquanto a humanidade permitir que a biosfera permaneça habitável.

Arnold Toynbee

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número de ocorrências de animais atropelados, em cada uma das rodovias amostradas no entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005. Os números estão à frente do menor nível taxonômico que se pôde associar à carcaça.....	20
Tabela 2	Índices de atropelamento de vertebrados silvestres em rodovias obtidos em diferentes estudos, todos no bioma Cerrado exceto o de Fischer (1997), no Pantanal.....	22
Tabela 3	Índices de atropelamento para as categorias animais silvestres, domésticos e para o total, do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005.....	23
Tabela 4	Mortalidade de animais silvestres por atropelamento nas rodovias do entorno da ESECAE, e estimativa anual a partir do total de animais silvestres registrados no presente estudo.....	26
Tabela 5	Correção do número total de ocorrências de animais atropelados de acordo com a data de amostragem, em cada rodovia do entorno da ESECAE.....	28
Tabela 6	Índices de atropelamento, para todas as ocorrências no entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005, corrigidos para 12 meses pela média de semestres secos e chuvosos.....	28
Tabela 7	Proporção das ocorrências de atropelamento de vertebrados entre abril de 2004 e agosto de 2005 para cada rodovia no entorno da ESECAE.....	32
Tabela 9	Espécies que tiveram os maiores números de registro nos atropelamentos entre 24.04.2004 e 14.08.2005 nas rodovias do entorno da ESECAE.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da Estação Ecológica Águas Emendadas.....	12
Figura 2 Imagem do Distrito Federal com a ESECAE (Miranda e Coutinho 2005), mostrando sua localização no DF e a cobertura do solo, destacando o predomínio de vegetação nativa no interior da Estação (losango de coloração verde escura no canto superior direito).....	13
Figura 3 Frequência relativa de atropelamento de animais silvestres e domésticos em cada uma das rodovias no entorno da ESECAE e total, entre abril de 2004 e agosto de 2005.....	24
Figura 4 Distribuição de frequência dos animais atropelados, por Classe, nas quatro rodovias do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005.....	25
Figura 5 Frequência de ocorrência de atropelamentos por período (seco, chuvoso e seco), nas quatro rodovias do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005. * somente 5 meses.....	27
Figura 6 Imagem de satélite com representação dos pontos georreferenciados dos vertebrados atropelados entre 24.04.2004 e 14.08.2005 no entorno da área da ESECAE (formato de losango no centro da imagem). Pontos plotados em Imagem Google Earth.....	29
Figura 7 Diagrama dos trechos das rodovias do entorno da ESECAE, com os respectivos números de atropelamentos de vertebrados silvestres entre 24.04.2004 e 14.08.2005.....	30
Figura 8: Esquema dos trechos das rodovias do entorno da ESECAE, com as proporções dos registros de cada trecho em relação ao total de atropelamentos de vertebrados silvestres entre 24.04.2004 e 14.08.2005.....	30
Figura 9 Fotografia de uma das placas de advertência, colocada pelo DER-DF como medida mitigadora do contra o atropelamento de vertebrados silvestres no entorno da ESECAE.....	31
Figura 10 Fotografia de assentamento do MST iniciado no segundo semestre de 2004, no acostamento de trecho não duplicado da rodovia BR-020, próximo à entrada da Sede da ESECAE. Destaque para a faixa com os dizeres: “MST na LUTA PELO MEIO AMBIENTE”.....	40
Figura 11 Fotografia da obra de porte médio, realizada durante o período de monitoramento do presente estudo, para construção de adutora da CAESB junto ao Córrego do Fumal, na rodovia BR-020.....	40

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

° C.....	Graus Celsius
CAESB....	Companhia de Abastecimento e Saneamento Básico do Distrito Federal
cm	Centímetros
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DF	Distrito Federal
DNIT.....	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
ESECAE....	Estação Ecológica Águas Emendadas
<i>et al.</i>	e outros autores
GDF.....	Governo do Distrito Federal
GO	Goiás
GPS.....	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
<i>In</i>	Em
km	Quilômetros
km/h	Quilômetros por hora
m	Metros
mm	Milímetros
MST.....	Movimento dos Trabalhadores Rurais sem-Terra
pp	Páginas
UC	Unidade de Conservação
UCs	Unidades de Conservação

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Impactos do atropelamento da fauna silvestre em rodovias	2
1.2 Medidas mitigadoras e sua eficácia	6
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Caracterização da Área de Estudo	10
3.2 Amostragens	15
3.3 Verificação de acurácia	18
4. RESULTADOS	19
4.1. Registros dos Animais Domésticos.....	23
4.2. Registros por Classes de Vertebrados.....	24
4.3. Estimativa de Mortalidade Anual.....	25
4.4. Sazonalidade.....	26
4.5. Pontos Críticos.....	28
4.6. Espécies Críticas.....	32
5. DISCUSSÃO	35
5.1 Estimativa de Mortalidade Anual.....	37
5.2 Animais Domésticos.....	37
5.3. Sazonalidade.....	38

5.4. Eficácia das Placas de Advertência e Evolução dos Índices de Atropelamento.....	39
5.5. Pontos Críticos.....	42
5.6. Espécies Críticas.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

A grande quantidade de atropelamentos de animais em rodovias que circundam áreas de Unidades de Conservação acarreta perdas financeiras e aumenta a mortalidade de animais silvestres que, conforme a literatura corrente chegou, em 1996, a pelo menos 2.700 mamíferos silvestres, atropelados nas rodovias que cortam o ameaçado bioma Cerrado e atualmente é ainda maior. O presente trabalho levantou índices de atropelamentos nas rodovias que circundam a ESECAE para acompanhar sua evolução, como subsídio ao manejo de fauna e ao licenciamento ambiental, verificando variação nesse índice após a colocação das placas de advertência aos motoristas. Para tanto, foram realizados 48 percursos das rodovias no entorno da ESECAE para amostragens, em um total de 2.040 km percorridos, em 17 meses, de abril de 2004 a agosto de 2005, nos quais foram registradas 170 ocorrências de atropelamento, sendo 29 (17%) de espécies domésticas. Os índices levantados (0,0833 animais por quilômetro percorrido) são menores que os encontrados por Rodrigues *et al.* (2002) (0,1685 animais por quilômetro percorrido) mas, apesar dessa diferença, não se pode atribuir à colocação de placas de advertência a diminuição de atropelamentos verificada, pois os veículos continuam trafegando nas rodovias estudadas em velocidade maior que a indicada na sinalização local, e muitas das placas passam boa parte do tempo encobertas pela vegetação. Credita-se essa diminuição à intensa pressão antrópica periférica. Estimou-se em 992 o número de animais silvestres anualmente vítimas de atropelamento no entorno da ESECAE. No período chuvoso, entre outubro e março, o número de acidentes com atropelamentos de animais foi significativamente maior. Quando comparadas aos dados da literatura, as ocorrências se distribuíram em pontos ligeiramente diferentes e, proporcionalmente, se concentraram em outra rodovia. No entorno da ESECAE, as mortes por atropelamento representaram perdas mais críticas para os Canídeos, com registro de um indivíduo de *C. brachyurus*, listado como Vulnerável à extinção, e três indivíduos de *P. vetulus*, ambas espécies com baixa densidade populacional local. Medidas como campanhas educativas continuadas e, principalmente, a instalação de redutores físicos de velocidade nos pontos críticos são recomendadas como medidas mitigadoras para reduzir os índices de atropelamento de animais, além de passagens em desnível no km 9 da rodovia BR-020 quando de sua duplicação.

ABSTRACT

The big amount of roadkills in freeways that circle areas of protected areas bring together human and financial loss and increases the mortality of wild animals that - in Brazil - topped, in 1996, 2,700 wild mammals, killed in freeways that pass through the endangered Cerrado bioma is even bigger. This work collected data of roadkill numbers in freeways that circle the ESECAE so as to follow its evolution progress, as a support to the administration of wildlife and to its environmental licensing, verifying variations in those numbers after the display of warning signs had been put up for drivers, based in data collected by RODRIGUES *et al.* (2002), checking if that measure is really having in a positive effect in favor of the conservation of such fauna. To verify this, were made 48 sampling trips around the ESECAE, in a total of 2,040 km, in 17 months, between April 24 2004 and August 14 2005, that resulted in 170 cases of roadkill of which 29 (17%) being domestic animals. The numbers shown (0.0833 animals per sampled kilometer) are less than those found by Rodrigues *et al.* (2002) (0.1685 animals per sampled kilometer) However, even given such difference, it cannot be credited to the placement of warning signs for the reduction of roadkill, for drivers continue to traffic though in speeds exceeding those stipulated by those same signs, and many of those signs are permanently covered by roadside vegetation. Such reduction can be credited to the intense surrounding human pressure. It was estimated in 992 the annual number of animals victims of motor vehicles around ESECAE. During the rainy season, between October and March, that number was significantly bigger, a result compatible with other works. When compared to the data collected by Rodrigues *et al.* (2002), the distribution of incidents is slightly different, and proportionally concentrated in another freeway. Around ESECAE, deaths by motor vehicles represent more critical losses to Canídeos, with the record of an individual *C. Brachyurus*, listed as vulnerable to extinction, and three individuals of the *P. Vetulus* variety, both species with low local populational density. Measures such as continuous educational campaigns and, especially, the set up of actual physical speed reduction devices in critical points are recommended as deterrents to reduce the numbers of animal casualties, in addition of passages in an existing unevenness on km 9 of freeway BR-020 when duplication may occur.

KEY WORDS: Cerrado; mitigation projects; roadkills; vertebrate wildlife.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional humano, a implementação e manutenção de obras de infra-estrutura produtiva, entre as quais se destaca a construção de estradas, têm tido importante papel no direcionamento da perda de habitats naturais, acarretando em mudanças na ocupação do solo e, conseqüentemente, da paisagem (FIZON *et al.*, 2003, SANTOS & TABARELLI, 2002).

O processo global de transformação de habitats naturais quase contínuos em paisagens semelhantes a mosaicos de manchas isoladas das formações originais é, talvez, a mais profunda alteração humana ao ambiente, que atualmente ocorre de maneira intensa nos trópicos, convertendo áreas naturais em manchas isoladas por sistemas agrícolas de estrutura simplificada, desenvolvimento industrial ou urbano (CERQUEIRA *et al.*, 2003, MANTOVANI, 2001). No bioma Cerrado, área do presente trabalho, esse processo é visível atualmente, com a expansão da fronteira agrícola (DUARTE & BRAGA, 1998).

O Brasil, que desde o início do século passado utiliza um modelo de extensa implantação de malha rodoviária e larga fabricação de automóveis, possui mais de 1,7 milhão de quilômetros de rodovias e, considerando uma largura mínima de 3,5 m, sua implantação destruiu inicialmente 595,5 mil hectares. Estas estradas, no imaginário popular, estariam associadas a idéias de progresso e modernidade, num “raciocínio de que quanto mais estradas, melhor, não importando onde ou como” e que até algumas décadas atrás não fazia qualquer menção a nenhum aspecto ambiental dessas construções e sua operação (PRADA, 2004, p. 7-8), ou somente no sentido de celebrar a “vitória da técnica sobre a natureza” (tida como um obstáculo) proporcionada pela expansão rodoviária, até que, em 1973 o País já possuía a quarta maior rede rodoviária do mundo (COSTA *et al.*, 2001).

Esse processo é bem documentado e simulações, como as realizadas por Soares-Filho *et al.* (2004), para a área do corredor Cuiabá – Santarém, de transição entre Cerrado e Amazônia e estendendo-se na floresta, indicam que suas conseqüências negativas se intensificarão no futuro. Outros autores, também com simulações de cenários futuros, frisam a importância de ações de governança nas áreas afetadas por rodovias para reduzir a perda de habitats (LAURANCE *et al.*, 2001).

Além de alterar a paisagem com a abertura de acesso para desmatamento e caça (PERES & LAKE, 2003), e com a progressiva atração de assentamentos humanos, as rodovias causam impactos localizados, como a mortalidade de animais silvestres devido a atropelamentos, muitas vezes em quantidades que representam parcela significativa de suas populações. O resultado é uma diminuição nos três níveis de diversidade – entre os organismos de uma mesma espécie, entre espécies e a ecológica (MANTOVANI, 2001; CERQUEIRA *et al.* 2003).

A expansão dos sistemas de infra-estrutura de transportes elevou as várias formas de colisões de veículos com animais silvestres a patamares significativos, principalmente com trens, que vitimam mais aves e mamíferos segundo estudos na Europa (VAN DER GRIFT, 2001), mas também por meios de transporte menos comuns, como é o caso de grandes mamíferos aquáticos atingidos por barcos e de aves que colidem com aeronaves (SEILER & HELLDIN, 2006).

No Brasil, devido ao modelo que prioriza o transporte rodoviário, os atropelamentos em rodovias são extremamente importantes e, por isso, serão o alvo deste trabalho.

1.1 Impactos do atropelamento da fauna silvestre em rodovias

Seiler & Helldin (2006) discutem a mortalidade da fauna silvestre devido ao sistema de transporte, com foco em países desenvolvidos, onde já se considera com muita seriedade a questão do bem-estar animal, o que torna cada caso de atropelamento um problema. Observando o problema por um foco maior – para fins de conservação – a quantidade de vítimas apresentadas é alarmante: estes autores apontam estimativas nacionais variando entre 200 mil mamíferos de médio a grande porte na Suécia e 365 milhões de vertebrados nos Estados Unidos, por ano.

Os autores destacam que, nas últimas décadas, os atropelamentos passaram a ser mais importantes que a caça como causa humana direta de mortalidade de vertebrados terrestres e tendem a “se tornar uma ameaça significativa à biodiversidade em países em rápido desenvolvimento e mobilização, como China e Índia” (SEILER & HELLDIN, 2006, p. 166), situação que pode ser estendida ao Brasil.

Vieira apresentou, em 1996, uma estimativa anual de 2.700 mamíferos silvestres atropelados anualmente nas principais rodovias federais que cortam o ameaçado bioma Cerrado, e certamente os números por ele verificados eram uma subestimativa e as cifras atuais são ainda maiores. Os números de colisões na Suécia atingem milhões de animais e centenas de humanos por ano e podem ser significantes na ameaça às espécies, prejudiciais ao manejo da fauna silvestre, segurança do tráfego e até do ponto de vista econômico (SEILER, 2003).

Também Forman *et al.* (2002) afirmam que acidentes envolvendo animais de grande porte e veículos estão aumentando na maioria das regiões da América do Norte e isso causa danos a veículos, fatalidades com seres humanos e perda de possibilidades econômicas. Ressaltam ainda que, embora animais conspícuos, como veados, ursos, alces e cervos, sejam mais notados quando mortos em rodovias, é possível que uma biomassa ainda maior de pequenos animais seja morta em estradas e, em alguns casos, essa mortalidade poderia exceder causas de morte naturais como predação e doenças. Esses autores atribuem tal incremento nos atropelamentos a um maior desenvolvimento humano, ao avanço dos subúrbios associado ao aumento do fluxo de tráfego, com picos no início da manhã e da noite, coincidindo com picos de atividade da fauna silvestre.

Além de bilhões de animais mortos anualmente, Seiler (2003) relata também prejuízos humanos e econômicos. Na Suécia, em média 12 pessoas morrem por ano e mais de 600 são feridas em colisões com grandes ungulados, a um custo calculado, em média, entre € 7.400 e € 20.000 para cada acidente com alces, num total anual que provavelmente excede 100 milhões de Euros, enquanto na Noruega os custos anuais com cerca de 1.200 colisões registradas com alces chegam a atingir de 11 a 17 milhões de Euros. Para toda a Europa (excluída a Rússia), haveria mais de meio milhão de incidentes por ano, incluindo 300 mortes humanas e 30.000 feridos, e um prejuízo total de mais de um bilhão de Euros.

Numa revisão de vários trabalhos, Trombulak & Frissel (2000) apontam, entre vários efeitos negativos de estradas sobre ecossistemas aquáticos e terrestres, a mortalidade por colisão com veículos e ressaltam que continua a existir uma taxa de atropelamento proporcionalmente alta até mesmo sobre populações já deprimidas pelas perdas em rodovias. Erritzoe *et al.* (2003) fazem uma revisão de trabalhos sobre mortalidade de aves em rodovias na Europa, onde as estimativas de

mortes anuais variam entre 350 mil e 27 milhões de acordo com o país ou a metodologia utilizada, com variações entre os países devidas, provavelmente, à biologia dos animais. Forman *et al.* (2002) também apontam aspectos biológicos de cada espécie como fatores que influenciam a probabilidade de serem atropelados.

Seiler *et al.* (2003) estudaram o impacto dos atropelamentos em populações de cangambás na Suécia a partir de modelos com tabelas de vida da espécie e estimam que as perdas representem cerca de 12 a 13% da população reprodutiva. Em certas áreas do país, com baixas densidades populacionais humanas e tráfego rodoviário intenso, esse valor pode estar acima do crítico a partir do qual haveria declínio na população, por isso recomendam maior cuidado com a espécie no planejamento e manutenção de rodovias nessas áreas.

A questão do impacto das rodovias é ainda mais agravada porque se insere em um contexto de paisagens naturais cada vez mais fragmentadas pela ação humana, no qual a conservação *in situ* passa a se concentrar basicamente em áreas protegidas legalmente, configuradas como ilhas de habitat natural cercado por paisagens alteradas. As rodovias são um dos componentes da paisagem localizada entre as UCs e portanto um foco necessário de estudos a respeito de sua relação com a fauna (PRADA, 2004). No entanto, a quase totalidade das UCs, e sobretudo as mais antigas, como é o caso da Estação Ecológica de Águas Emendadas, não tiveram, no momento de sua criação, previsão de conexão com outras áreas de habitat natural nem definição de zonas de amortecimento. Ao contrário, são comuns rodovias cruzarem ou margearem áreas protegidas ou ambientalmente sensíveis, potencializando os problemas para a conservação da sua diversidade.

Pode-se citar outros casos como os do Parque Estadual Morro do Diabo, em São Paulo, atravessado por rodovia estadual (JACOB, 2002), da Reserva Biológica União, no Rio de Janeiro, cortada pela BR-101 (PEIXOTO & COSTA-JR, 2004), o Parque Nacional de Emas, que é margeado por 25 km pela rodovia estadual GO-341 (JÁCOMO *et al.* 1996). A Estação Ecológica de Águas Emendadas, no Distrito Federal, DF, totalmente contornada por rodovias (RODRIGUES *et al.*, 2002), e objeto do presente estudo.

Prada (2004) avaliou o atropelamento de vertebrados silvestres no sudoeste do estado de São Paulo, numa região cortada por seis rodovias pavimentadas, pelo rio Mogi-Guaçu, onde se incluem a Estação Ecológica de Jataí, a Estação Experimental de Luiz Antônio, a Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Pé-de-Gigante e o Parque Estadual de Vassununga, e detectou o atropelamento de 81 espécies, incluindo ameaçadas de extinção, realçando a importância dos impactos rodoviários na conservação em macro-escala.

É importante aumentar o conhecimento da complexa pressão da infraestrutura de transporte sobre áreas protegidas (SEILER, 2003) para otimizar os esforços conservacionistas nessas paisagens alteradas por rodovias. O atropelamento pode ser indicado como causa importante de perda populacional, principalmente para unidades de conservação cujas áreas totais são pequenas, ou para populações animais pouco numerosas, nas quais cada caso de animal silvestre atropelado representa uma perda significativa para o total da comunidade. Alguns trabalhos têm registrado esse fenômeno.

Rodrigues (2002), em estudos sobre a biologia e conservação do Lobo-Guará (*Chrysocyon brachyurus*) na Estação Ecológica de Águas Emendadas - DF, Jacob (2002), pesquisando a ecologia e conservação da Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) no Parque Estadual do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema em São Paulo, e Mantovani (2001) estudando três espécies de carnívoros na região Nordeste do Estado de São Paulo, apontaram colisão com veículos como causa da morte de parcelas significativas das pequenas populações estudadas; Novelli *et al.* (1988) realizaram um dos primeiros levantamentos no Brasil específico sobre avifauna atropelada num trecho da rodovia BR-471, no Rio Grande do Sul; Fischer (1997) estudou os animais silvestres atropelados na rodovia BR-262, no Pantanal, Mato Grosso do Sul; Rodrigues *et al.* (2002) também monitoraram os impactos de atropelamentos de todos os vertebrados nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, local do presente estudo.

Nessa situação de pressão dos impactos rodoviários sobre as populações internas se encontra a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, ESECAE, cercada por rodovias com tráfego de veículos variando do mais leve ao mais intenso, que formam uma barreira ao deslocamento dos animais, dificultando o fluxo genético e causando perdas significativas na população pelas mortes por atropelamento, o que também empobrece o *pool* gênico das populações residentes na Estação (RODRIGUES, 2002; RODRIGUES *et al.* 2002).

Para aprimorar ações de manejo que contemplem a conservação do maior número de espécies pelo maior tempo possível no interior da reserva, é necessário determinar com precisão quais espécies são afetadas pelos atropelamentos, quais os pontos críticos e como os índices de atropelamento têm evoluído.

1.2 Medidas mitigadoras e sua eficácia

Além de contribuir para o manejo, o conhecimento dos padrões de atropelamento pode nortear a tomada de decisões e exigência de medidas mitigadoras, compensatórias e/ou de educação ambiental em rodovias a serem implantadas ou em regularização pelos órgãos competentes pelo licenciamento. As autoridades necessitam urgentemente de métodos para prever, avaliar e mitigar efeitos adversos, e utilizar esse conhecimento no planejamento e manutenção da infra-estrutura de transportes para alcançar metas de desenvolvimento sustentável e conservação da biodiversidade (SEILER, 2003).

No Brasil, há registros de experiências com ações educativas junto aos motoristas, incluindo distribuição de panfletos e sinalização vertical, que teriam ação em longo prazo. Também têm sido implementadas medidas mitigadoras como: passagens subterrâneas para fauna terrestre, aproveitando bueiros do sistema de drenagem da obra ou construídas especificamente para este fim, além passagens superiores mais utilizadas para primatas, com cercas de alambrado (sem espaço entre os arames) para direcionar os animais para as passagens, para citar apenas as mais comuns.

A eficácia de tais medidas mitigadoras pode ser sistematicamente testada *a posteriori*. Porém, ação mais imediata pode ser obtida com redução do limite de velocidade, seja por barreiras físicas como sonorizadores na pista, seja por fiscalização e multa dos infratores – no caso de rodovias, mais praticável por meio

de fiscalização eletrônica com radares – que acabam também servindo como medida sócio-educativa. Manter baixa a vegetação de uma faixa estreita às margens da rodovia, dando visibilidade dos veículos aos animais que tentam cruzá-las e dos animais aos motoristas, também parece evitar alguns atropelamentos. O trabalho de Seiler (2003), envolvendo estatísticas de colisão com alces (*Alces alces*) entre 1990 e 1999 em estradas públicas da Suécia indica que uma combinação de cercas com passagens de fauna, aumento da capina das estradas e diminuição na velocidade dos veículos são as medidas mitigadoras mais efetivas contra os atropelamentos de alces. As perdas provocadas pelos atropelamentos por outros meios de transporte têm levado alguns países a testar medidas mitigadoras. A Administração de Ferrovias Nacional da Noruega financiou pesquisas com marcação específica por odor, capina da floresta e suplementação alimentar para evitar atropelamento de alces (*Alces alces*) por trens (ANDREASSEN *et al.*, 2005).

Forman *et al.* (2002) citam várias técnicas e soluções de engenharia que vêm sendo empregadas nos EUA como medidas mitigadoras para reduzir colisões entre veículos e grandes animais, principalmente grandes ungulados: cercamento, passagens superiores e inferiores, placas de alerta, redução nos limites de velocidade, iluminação das vias, alarmes ultrassônicos de aviso, alterações no habitat, funcionários da operadora da rodovia espantando os animais da pista e programas de conscientização pública. Mas esses autores destacam que as medidas mais usadas pelos estados não têm correlação direta com os resultados e as mais promissoras são as menos usadas, sendo necessárias urgentemente avaliações do sucesso das medidas, baseadas não em opiniões, mas em medidas rigorosas da eficácia, para poder aprimorar a mitigação.

Trombulak & Frissel (2000) citam graus variáveis de sucesso de medidas mitigadoras, como as passagens inferiores sob a rodovia *Interstate 75*, que tiveram apenas sucesso parcial em evitar atropelamento da onça-parda (*Puma concolor*) na Flórida.

A eficácia de cercas e passagens para proteger tartarugas do deserto ao longo da *California State Highway* foi testada por Boarman (1994), evidenciando que as tartarugas não utilizavam as passagens, mas sim coiotes, raposas e corvos, potenciais predadores. Resultados semelhantes foram encontrados por Bager (2003) na rodovia BR-471, que corta a Estação Ecológica do Taim, no Rio Grande do Sul.

Um modelo para testar os efeitos de cercas na persistência de populações animais em ambientes cruzados por estradas foi usado por Jaeger & Fahrig (2003), concluindo que as cercas são recomendáveis quando o tráfego é tão alto que os animais não conseguem cruzar a estrada, ou quando a população-alvo está em declínio e se sabe que os atropelamentos contribuem para isso. Devem-se evitar as cercas ou só usá-las em conjunto com passagens de fauna quando o tamanho populacional está estável ou aumentando, ou quando os animais precisam acessar recursos dos dois lados da estrada. Forman *et al.* (2002) afirmam que poucas medidas mitigadoras já foram testadas nos EUA, como alterações de hábitat e aumento na iluminação, fato esse que não se mostrou efetivo em reduzir colisões com veados, e que houve pouca avaliação das placas de advertência aos motoristas – tema do presente trabalho.

Entretanto, para esses autores, aparentemente as placas só serão eficazes se levarem ao aumento da cautela dos motoristas e a menores velocidades nas áreas de alta mortalidade, pois após os motoristas se acostumarem à presença das placas, deixam de prestar atenção a elas. Sugerem placas móveis, a serem mudadas de lugar periodicamente, além de reforço na legislação para assegurar velocidades menores.

Bueno *et al.* (2005) propõem medidas mitigadoras como colocação de placas e campanhas educativas para os motoristas da região do Triângulo Mineiro. Porém, conforme frisado por Rodrigues *et al.* (2002), é necessário haver medidas físicas, obrigando os motoristas a diminuírem suas velocidades.

Entre todas as medidas mitigadoras, a velocidade – e fatores que a estimulam, como a largura, inclinação e pavimento da rodovia – é apontada em vários trabalhos como um fator crítico para os atropelamentos (SCHAEFER *et al.*, 1993; MANTOVANI, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2002; PRADA, 2004), sendo uma das medidas mitigadoras considerada potencialmente mais eficaz, literalmente “até debaixo d’água”, como apontam Schaefer *et al.* (1993), para proteger o peixe-boi (*Trichechus manatus*) em rotas aquáticas no sul da Flórida.

Um levantamento de dados históricos sobre colisões entre grandes baleias e embarcações, feito por Laist *et al.* (2001), mostra correlação entre aumento nos registros e aumento na velocidade atingida pelas embarcações e entre acidentes letais e barcos mais velozes, além de enfatizar que nas áreas de ocorrência de pequenas populações, seriamente afetadas pelos abalroamentos,

deve haver redução de velocidade. Também Nowacek *et al.* (2004) apontam os choques com embarcações como uma das principais causas que impedem populações de baleias franca (*Eubalaena glacialis*) no Atlântico Norte de se recuperarem da sobrecaça. Nos testes que realizaram, a resposta das baleias a estímulos sonoros de alerta para mitigar o problema dependeu da velocidade das embarcações. As soluções que apontam são criar zonas separadas para as baleias e, novamente, limitar a velocidade dos barcos.

Erritzoe *et al.* (2003) propõem medidas mitigadoras específicas para evitar atropelamento de aves, normalmente tidas como supérfluas devido à capacidade de vôo, mas que os altos índices de mortes em rodovias mostram serem necessárias. Incluem plantio de espécies de arbustos ou árvores não-atrativas para as aves em ambos os lados das pistas em locais críticos, obrigando-as a voar mais alto que o fluxo de veículos.

Medidas mitigadoras aplicadas em pontos específicos, como placas ou redutores físicos de velocidade, serão mais eficazes se o ponto de instalação for aquele onde realmente são necessárias, ou seja, pontos onde ocorre maior número de atropelamentos, cuja distribuição usualmente não é homogênea ao longo das rodovias, como mostram os resultados de Clewenger *et al.* (2003), que examinaram padrões de agregação de atropelamentos de pequenos vertebrados no Vale do rio Bow, Alberta, no Canadá. Conhecer a localização desses pontos de agregação permite a instalação otimizada de medidas mitigadoras pontuais, tanto do ponto de vista de eficácia quanto de redução de custos.

Nos EUA e Europa, há equipes e publicações específicas dedicadas somente aos aspectos ambientais das malhas rodoviárias, buscando soluções e medidas mitigadoras (NCHRP, 2002, BANK *et al.*, 2002). Aperfeiçoar a gestão ambiental do sistema viário tem também caráter econômico e logístico, à medida que otimiza a aplicação de recursos humanos e financeiros investidos em dois serviços de utilidade pública, a manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado, garantido pela Constituição Federal de 1988, e das vias públicas.

A manutenção da maioria das rodovias no Brasil está a cargo de órgãos públicos, com orçamento rotineiramente escasso, acentuando a importância da otimização dos investimentos, a serem feitos em medidas comprovadamente eficazes em reduzir os atropelamentos.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho visa levantar índices de atropelamentos nas rodovias que circundam a ESECAE para acompanhamento de sua evolução e avaliar a eficácia das medidas mitigadoras contra atropelamentos de animais silvestres, como subsídio ao manejo de fauna e ao licenciamento ambiental.

Dessa foram, a eficácia de medidas mitigadoras implantadas no Brasil, no caso específico das placas de advertência aos motoristas colocadas no entorno da ESECAE, será testada neste estudo.

Os objetivos específicos são:

1. monitorar os atropelamentos no entorno da ESECAE e analisar sua evolução em face de trabalhos anteriores;
2. determinar pontos críticos e espécies mais afetadas pelos atropelamentos.
3. propor medidas mitigadoras eficazes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Em meio a uma matriz de paisagem na qual a vegetação nativa original vem sendo substituída por áreas agrícolas e urbanas em ritmo acelerado (MACHADO *et al.*, 1998), o maior fragmento de habitat remanescente na região do DF, próxima a Planaltina, é a ESECAE.

Criada em 1968, a Estação Ecológica de Águas Emendadas é uma Unidade de Conservação distrital da categoria de Proteção Integral, administrada pela atual Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, SEMARH. Criada como Reserva Biológica, teve sua denominação modificada para Estação Ecológica pelo Dr. Paulo Nogueira-Neto, que idealizou promover o desenvolvimento das pesquisas científicas aplicadas à Ecologia (LABARRÈRE, 1998). Seu nome se deve a um fenômeno peculiar, o fato de, em uma vereda de cerca de seis quilômetros no interior da Estação haver uma mesma

nascente originando os córregos Brejinho e Vereda Grande, que correm em direções opostas seguindo a inclinação do terreno: as águas do Córrego Brejinho escoam para o Rio Paraná e as do Vereda Grande, para o Rio Tocantins, formando respectivamente as duas maiores bacias hidrográficas da América Latina, a Platina e a Amazônica (BRASIL CHANNEL, 2004).

A área total da ESECAE é de 10.547,2 ha, localizada ao lado da cidade satélite de Planaltina, DF, com cerca de 120 mil habitantes, a aproximadamente 40 km do Plano Piloto de Brasília (15°32' a 15°38' S, 47°33' a 47°37' W). Está inserida no bioma do Cerrado, com cobertura de cerrado *sensu strictu* com pequenas manchas de campo cerrado, e matas de galeria ao longo dos cursos d'água e veredas em alguns pontos. Pela classificação de Köppen, seu clima é Tropical (Aw) e Tropical de Altitude (Cwa e Cwb), com estações fria e seca no inverno (abril a setembro, com 24,3mm de precipitação média mensal, e temperaturas médias de 25°C de dia e 13°C à noite) e quente e chuvosa no verão (outubro a março, com 212,4mm de precipitação média mensal, e temperaturas médias de 26°C de dia e 17°C à noite) (MACHADO *et al.*, 1998; REIS & MARINHO-FILHO, 1998; RODRIGUES, 2002).

Como pode ser visto nas Figuras 1 e 2, a ESECAE é composta por um polígono principal, totalmente cercado por quatro rodovias e uma área adjacente, constituída por um polígono menor mais a sudoeste, onde se situa a Lagoa Bonita (RODRIGUES, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2002), que é a maior lagoa natural do Distrito Federal e a única localizada em área de proteção, anexada à ESECAE décadas após a criação desta. Os dois polígonos são separados pela rodovia DF-128, que liga Planaltina, DF, a Brasilinha, GO (BRANDÃO *et al.*, 1998).

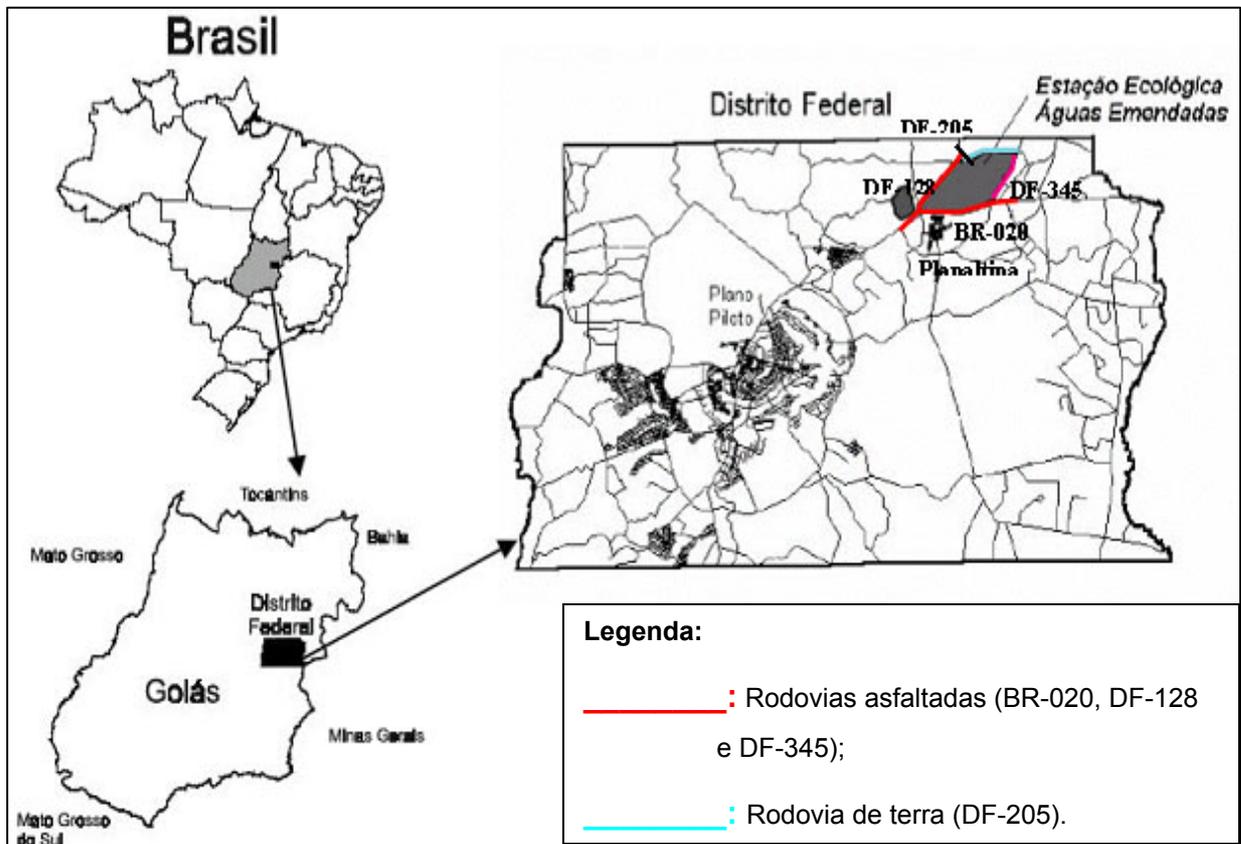


Figura 1. Localização da Estação Ecológica Águas Emendadas. Adaptado de RODRIGUES (2002).

A Figura 2, a seguir, representa a localização da Estação Ecológica Águas Emendadas, destacando as rodovias do seu entorno.



Figura 2. Imagem do Distrito Federal com a ESECAE (Miranda e Coutinho 2005), mostrando sua localização no DF e a cobertura do solo, destacando o predomínio de vegetação nativa no interior da Estação (no canto superior direito, losango verde escuro e área da Lagoa, circulado em vermelho).

A ESECAE é demarcada por cerca de arame liso, com vão inferior de cerca de 50 cm, permitindo a livre entrada e saída da maioria das espécies de animais que, no entanto, encontrarão como primeira barreira ao seu livre deslocamento as rodovias limítrofes à Estação. Como a região apresenta vegetação predominante de cerrado, praticamente não há árvores altas nas margens das rodovias que delimitam o polígono principal.

As rodovias podem ser agrupadas em categorias diferentes: a BR-020, rodovia federal de responsabilidade do atual Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, DNIT, tem pavimento asfáltico e apresenta intenso fluxo de veículos, incluindo pesados, como ônibus interestaduais e caminhões carregados, pois é a ligação à Formosa, GO e aos estados do Norte e Nordeste do Brasil. Margeia a ESECAE por 12,3 km de extensão, com os 3,5 km iniciais

duplicados (RODRIGUES *et al.*, 2002) e com recuo de mais de cinco metros da ESECAE. O trecho restante é pista simples de mão dupla, com vegetação de gramíneas exóticas altas até o início do asfalto dos acostamentos, chegando a encobrir placas de sinalização vertical. Ali, animais que saem do meio da vegetação se deparam imediatamente com o acostamento, que é usado por veículos durante ultrapassagens em alta velocidade.

Atualmente, o licenciamento das obras de conservação e continuidade da duplicação da BR-020 está sendo conduzido pelo DNIT na Gerência Executiva do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, no DF, e obras de infra-estrutura da cidade de Planaltina, como iluminação pública no canteiro central da rodovia e adutora de água, pelo Governo do Distrito Federal, GDF.

Por sua vez, as rodovias DF-128 e DF-345 são distritais, sob responsabilidade da Secretaria dos Transportes do Governo do Distrito Federal, GDF/DER-DF, e também asfaltadas, mas com toda a extensão em pista simples de mão dupla, com acostamentos ladeados por gramíneas altas como a BR-020. A DF-128 liga o Distrito Federal com a cidade de Planaltina, GO e margeia a ESECAE por 10,5 km de extensão, e a DF-345, por 9,7 km e é a conexão com as cidades de São João da Aliança e Alto Paraíso, ambas em Goiás, GO (RODRIGUES *et al.*, 2002). É percorrida principalmente por ônibus intermunicipais, caminhões menores e carros de passeio. Já a DF-205, também administrada pelo GDF, é em leito natural, relativamente bem conservado, e dá acesso a propriedades rurais do entorno da ESECAE, apresentando fluxo leve de veículos, que trafegam com velocidades bem mais baixas que nas outras três estradas devido ao pavimento em terra. As três rodovias pavimentadas contam com sinalização vertical indicativa da travessia de fauna, com placas alertando os motoristas para evitarem o atropelamento, como medida mitigadora implantada pelos responsáveis. Na BR-020 o limite de velocidade de 60 km/h também é sinalizado, além de haver placas em maior quantidade e mais recentes.

3.2 Amostragens

As pistas e acostamentos das rodovias que contornam o polígono principal da ESECAE constituíram as áreas de coleta, por meio de amostragem sistemática para realizar uma contagem das ocorrências dos atropelamentos. Houve uma coleta-piloto em 24 de abril de 2004 e o período contínuo de coletas de dados de atropelamento foi de julho de 2004 a agosto de 2005, contemplando assim a sazonalidade (períodos secos e chuvosos), e obtendo dados comparáveis com o trabalho disponível (RODRIGUES *et al.*, 2002), realizado em período anterior à colocação das placas indicativas de limitação de velocidade e de travessia de fauna nas três rodovias asfaltadas.

Foi realizado o percurso das rodovias que circundam Águas Emendadas, a velocidade padrão de 40 km/h, com presença de um auxiliar para visualização das carcaças uma vez por semana, em dias de sábado ou domingo, sendo algumas coletas de dados realizadas em dias “úteis” (entre segunda e sexta-feira), para contemplar as variações de intensidade de fluxo de veículos na rodovia. Qualquer material sobre a pista ou acostamento que aparentava ser uma carcaça era checado, e as ocorrências confirmadas foram anotadas em planilha padrão, com sua posição geográfica, localizada por meio de aparelho de GPS Garmin eTrex, tolerando erro máximo de 20 m.

Características da vegetação e conservação da pista nas redondezas, e todos os dados possíveis de identificação (variando de acordo com o estado do corpo do animal), tais como espécie, tamanho, sexo, *status* reprodutivo (ver Planilha de Campo, Anexo I) eram anotados e as carcaças, fotografadas com câmara digital.

As carcaças que não estavam em estado de decomposição muito avançado ou muito desfiguradas pelos choques com veículos, mas mesmo assim sem condições de identificação em campo, foram coletadas e no mesmo dia armazenadas em *freezer* para identificação no laboratório de Mastozoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, UnB, com auxílio de coleções de referência e bibliografia especializada (como EMMONS, 1990; OLIVEIRA, 1994, OLIVEIRA & CASSARO, 1997; MARINHO-FILHO *et al.*, 1998 entre outras), até o nível taxonômico mais fino possível. Os corpos encontrados em melhores condições foram incorporados em coleções didáticas e de referência na UnB após a identificação. Foram também coletadas amostras secas de pêlos e penas para tentativas de identificação. Todas as carcaças checadas e não coletadas

foram removidas da estrada para evitar a atração de animais necrófagos, que podem vir a ser atropelados também, além de evitar que sejam contabilizadas novamente.

Além dos dados obtidos nas amostragens regulares, foi considerado adicionalmente o registro de um lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) vitimado na rodovia BR-020, relatado por F. RODRIGUES (comunicação pessoal), e numa das rodovias consideradas na coleta de dados.

Devido a diferenças na permanência das carcaças na pista, considera-se que o número de animais de pequeno porte (até dois quilos de massa corporal) de cada censo representa a mortalidade de um dia, e o número dos de maior porte (mais de dois quilos) representa os últimos quatro dias. O número de atropelamentos assim obtido será utilizado para estimar o total anual de animais atropelados.

Todos os trabalhos levam em consideração a limitação desse tipo de censo, pois muito provavelmente realiza uma sub-estimativa. Muitos animais, após serem atingidos por veículos, podem se afastar das rodovias, morrendo em outro local em consequência das lesões; outros podem simplesmente escapar à visualização do observador; ou ser retirados da pista por necrófagos (sobretudo os de pequeno porte), ou ainda removidos por pessoas estranhas ao trabalho, não sendo amostrados.

As médias de atropelamentos foram obtidas dividindo-se o número total de animais atropelados pela quilometragem total percorrida (PRADA, 2004). Índices de atropelamento ao longo do tempo foram obtidos dividindo-se o número total anual ou mensal de ocorrências de cada rodovia pela quilometragem percorrida, para fins de comparação com dados de outras rodovias (FISCHER, 1997; MANTOVANI, 2001; CÂNDIDO-JR *et al.*, 2002; PEIXOTO & COSTA-JR, 2004).

Para verificar a eficácia das placas de redução de velocidade para 60km/h e advertência de animais na pista, nas análises de médias e índices de atropelamentos, não foram excluídos os animais não-silvestres, porque o mesmo motorista que atropela esses animais, de porte médio a grande, não teria condições de diferenciar se não eram animais silvestres e, menos ainda, de enxergar animais de porte pequeno. Portanto, considerou-se que, se o atropelamento de animais domésticos não foi evitado pelas placas, o de animais silvestres também não o seria. Não foram considerados os animais invertebrados, apesar de inúmeras carcaças desse tipo terem sido vistas durante as amostragens de vertebrados.

Durante os trabalhos de campo também foi observado o

comportamento dos outros motoristas em relação à atenção às placas indicativas de fauna (redução ou não da velocidade próximo às placas), respeito aos limites de velocidade gerais e atitude no caso deles visualizarem animais silvestres na pista.

As coordenadas geográficas de cada ponto de registro de atropelamento foram plotadas em imagem de satélite contendo a ESECAE, capturada no GOOGLE EARTH (2006), utilizando ferramentas do programa GPS TRACK MAKER. Assim, foi gerado um mapa georreferenciado, possibilitando uma análise espacial da distribuição dos pontos críticos de atropelamento e análise dos riscos de atropelamento por trechos das rodovias do entorno da Estação. Foi feita a divisão de cada rodovia em trechos de um quilômetro, nos quais foram analisados os pontos de atropelamentos correspondentes.

Foram analisadas, ainda, as espécies críticas, considerando as que aparecem em maior número entre as ocorrências, mas descartando-se, nesse caso, todos os animais domésticos e as espécies silvestres mais generalistas e não ameaçadas.

Os dados foram agrupados em categorias, dos quais foi estudada a associação entre suas variáveis como, por exemplo, estradas, classe dos vertebrados vitimados, e estações (seca e chuvosa), por meio do teste de associação de qui-quadrado. Quando a frequência esperada foi menor que cinco, foi utilizado o teste exato de Fisher (AGRESTI, 2002).

Para a análise por estação do ano, levou-se em consideração que as coletas foram realizadas em 17 meses, sendo 11 deles em estações secas e 6 em uma estação chuvosa, ou seja, houve mais amostragem durante os períodos secos, nos quais a literatura indica que se pode esperar menor quantidade de atropelamentos. Foi então realizada uma correção dos dados para revelar qual seria o valor esperado por semestre, no intuito de evitar uma redução artificial dos índices de atropelamento globais por atribuir erroneamente mais peso às estações que normalmente apresentam menor amostragem. A correção consistiu em dividir o total de animais atropelados em cada estrada por 11 (número de meses secos em que houve coleta) e multiplicar o valor obtido por 6 (número de meses de um semestre padrão). Isso possibilita a comparação com outros estudos, realizados em períodos de um ano com igual proporção de coletas de dados entre período seco e chuvoso.

3.3 Verificação de acurácia

Para uma melhor idéia do erro das amostragens em relação a um censo dos animais atropelados, foi realizado um dia de coleta intensiva em 10 de julho de 2005, com inspeções às quatro rodovias do entorno da ESECAE pela manhã, no meio do dia e no fim da tarde, na estação seca. A intenção desse procedimento foi coletar todos os animais atropelados, sem perda de nenhuma carcaça, verificar quanto tempo levam carcaças de diferentes tamanhos para não serem mais localizáveis e quantas carcaças só são localizadas numa segunda passagem, escapando aos registros em uma primeira checagem. A análise desses dados permite verificar qual a diferença entre coletas da amostragem intensiva e as coletas comuns, a fim de proporcionar melhor correção para as estimativas do total de animais atropelados.

4. RESULTADOS

Quarenta e oito percursos das rodovias no entorno da ESECAE foram feitos para a realização das amostragens, em um total de 2.040 km percorridos, em 17 meses, entre os dias 24 de abril de 2004 e 14 de agosto de 2005. Durante o percurso, observou-se que a velocidade dos outros motoristas em todas as rodovias é normalmente muito acima da máxima permitida, de 60km/h de acordo com as placas atuais. Comparativamente, a velocidade do veículo de observação se mantinha constante em torno de 40km/h e os outros veículos ultrapassavam rapidamente, dando a impressão de estarem a bem mais que o dobro da velocidade, ou seja, mais de 80km/h, estimada em 120km/h em muitos casos, incluindo ônibus de passageiros e caminhões de grande porte em alta velocidade.

Também foram observados outros atos de direção perigosa, testemunhado freqüentemente ultrapassagens proibidas, motoristas ingerindo álcool enquanto dirigiam (fato comprovado ao ver o vasilhame sendo arremessado pela janela), e muitos veículos em péssimas condições de conservação.

Ainda que solicitado, o DER-DF não forneceu, à época da realização deste estudo, informações sobre o fluxo de veículos em nenhuma das rodovias estudadas, por não ter esses dados em forma consolidada e disponível ao público.

Do total de 170 atropelamentos registrados, um lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) vitimado na rodovia BR-020 foi informado por RODRIGUES (2004, comunicação pessoal. Registro incluído por estar bem documentado e localizado dentro do perímetro de coleta de dados); e 169 atropelamentos foram encontrados durante as campanhas. Foram identificados carcaças de 37 espécies, 27 famílias e 21 ordens de 4 classes de vertebrados. As aves foram a classe mais atingida, e as espécies mais freqüentemente vitimadas foram cães e gatos domésticos (14 e 10 registros, respectivamente), e as espécies silvestres tiziu (*Volatina jacarina*), com 12 registros, sapo-cururu (*Bufo* sp.), com 7 registros, e gambá-de-orelha-branca, com 6. (Tabela 1).

Tabela 1 Número de ocorrências de animais atropelados, em cada uma das rodovias amostradas no entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005. Os números estão à frente do menor nível taxonômico que se pôde associar à carcaça.

Táxons	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
Anfíbios					
ORDEM ANURA					
Família Bufonidae					
<i>Bufo</i> sp.	1	5		1	7
Répteis					
ORDEM CHELONIA					
Família Testudinidae					
<i>Geochelone</i> sp.				1	1
ORDEM SQUAMATA					
SUB-ORDEM Amphisbaenia					
Família Amphisbaenidae					
<i>Amphisbaena</i> sp.		2			2
SUB-ORDEM Lacertilia					
Família Teiidae					
<i>Ameiva ameiva</i>		1		1	2
SUB-ORDEM Ophidia					
Família Boidae					
<i>Boa constrictor</i>	1	1		1	2
Família Colubridae					
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>		2	1		3
<i>Pseudoboa nigra</i>	1	1			2
<i>Philodryas natterei</i>			1		1
Família Viperidae					
<i>Crotalus durissus</i>				1	1
Aves					
ORDEM APODIFORMES					
Família Trochilidae					
<i>Colibri serrirostris</i>		1		2	3
ORDEM COLUMBIFORMES					
Família Columbidae					
<i>Columba livia</i>	1	1			2
<i>Columbina talpacoti</i>				1	1
ORDEM CUCULIFORMES					
Família Cuculidae					
<i>Guira guira</i> (Cuculidae)	2	1			3
ORDEM FALCONIFORMES					
Família Falconidae					
<i>Polyborus plancus</i>				1	1

Táxons	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
Aves					
ORDEM PICIFORMES					
Família Bucconidae		1			1
<i>Nystalus chacuru</i>		2			2
ORDEM PSITACIFORMES					
Família Psitacidae					
<i>Aratinga aurea</i>				1	1
ORDEM PASSAREIFORMES	5	1		4	10
Família Emberizidae		1	2		3
<i>Sicalis citrina</i>		1			1
<i>Sporophila</i> sp.				1	1
<i>Volatina jacarina</i>	2	7		3	12
<i>Zonotrichia capensis</i>		1			1
Família Hirudinidae					
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	1				1
Família Tyrannidae		1			1
<i>Camptostoma obsoletum</i>			1		1
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1				1
<i>Tyrannus savana</i>		1	1		2
ORDEM TINAMIFORMES					
Família Tinamidae					
<i>Nothura maculosa</i>		2			2
Mamíferos					
ORDEM ARTIODACTYLA	3			3	6
Família Bovidae					
<i>Bos taurus</i> (Bovidae)				1	1
ORDEM CARNIVORA	1	1			2
Família Canidae		1		1	2
<i>Canis familiaris</i>	9	4		1	14
<i>Cerdocyon thous</i>	1				1
<i>Chrysocyon brachyurus</i> *	1				1
<i>Pseudalopex vetulus</i>	2		1		3
Família Felidae					
<i>Felis catus</i>	4	4		2	10
Família Mustelidae					
<i>Galictis cuja</i>		1			1
ORDEM CHIROPTERA					
Família Phyllostomidae		1			1
ORDEM DIDELPHIMORPHIA					
Família Didelphidae					
<i>Didelphis albiventris</i>	2	3		1	6

Táxons	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
Mamíferos					
ORDEM LAGOMORPHA					
Família Leporidae					
<i>Silvilagus brasiliensis</i>		1			1
ORDEM PERISSODACTYLA					
Família Equidae					
<i>Equus caballus</i>	1	1			2
ORDEM RODENTIA					
Família Muridae			1		1
<i>Bolomys lasiurus</i>	1	1			2
			1		1
ORDEM XENARTHA (ou EDENTATA)					
Família Dasypodidae					
<i>Dasyopus sp.</i>	1				1
Total geral	55	73	10	32	170

* Fonte: Flávio Rodrigues, comunicação pessoal.

Tais resultados podem ser comparados com os obtidos em outros estudos, nos quais a anotação de animais atropelados em rodovias foi feita de maneira sistemática, com informações claras sobre distâncias percorridas e período de observações, conforme mostra Tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Índices de atropelamento de vertebrados silvestres em rodovias obtidos em diferentes estudos, todos no bioma Cerrado exceto o de Fischer (1997), no Pantanal.

Atropelamentos ao longo do tempo	Unidades	
	Animais / km / ano	Animais / km / mês
Fischer (1997)	3,00	0,25
Prada (2004)	2,49	0,21
Presente trabalho	2,39	0,20
Média de atropelamentos	Animais / km percorrido	
Jácomo <i>et al.</i> (1996)*	0,060	
Silveira (1999)*	0,045	
Mantovani (2001)	0,001	
Rodrigues <i>et al.</i> (2002)	0,169	
Prada (2004)	0,049	
Presente trabalho	0,070	

* Fonte: Prada (2004).

Comparando-se os índices do presente trabalho com o de Rodrigues *et al.* (2002), realizado antes da colocação das placas nas rodovias do entorno da ESECAE com metodologia semelhante a aqui utilizada, nota-se no presente estudo uma grande redução dos índices de atropelamento observados por estes autores (0,17 animais por quilômetro percorrido, contra 0,07 no presente estudo).

Mesmo quando se inclui na análise os animais domésticos, o índice obtido no presente trabalho continua sendo menor que a metade do índice obtido por Rodrigues *et al.* (2002) (0,17 animais por quilômetro percorrido, contra 0,08 no presente estudo).

4.1 Registros dos animais domésticos

Dos 170 registros de animais atropelados no presente trabalho, 29 (17%) foram de espécies domésticas (ver Tabela 1), que não serão consideradas para fins de conservação da fauna, mas sim para a questão da eficácia das placas sinalizadoras em reduzir o total de atropelamentos.

Deve-se ressaltar que os animais de maior porte identificados em todo o presente estudo se enquadravam na categoria de animais domésticos: dois cavalos e um bezerro com peso corporal maior que 30Kg, quatro cães pesando mais de 15Kg, 10 cães e nove gatos com peso maior que dois quilos.

Os índices de atropelamento encontrados, separando os animais nas categorias silvestres e domésticos, são apresentados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 Índices de atropelamento para as categorias animais silvestres, domésticos e para o total, do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005.

	Silvestres	Domésticos	Total
Animais / km / ano	2,392	0,481	2,823
Animais / km / mês	0,199	0,040	0,235
Animais / km percorrido	0,070	0,013	0,083

Dessa forma, descontados os animais domésticos, o índice de animais encontrados atropelados (0,070) fica ainda menor quando comparado ao trabalho de Rodrigues *et al.* (2002).

A frequência relativa de animais domésticos atropelados em relação aos animais silvestres variou ligeiramente em cada uma das quatro rodovias amostradas (Figura 3), porém não há diferença estatisticamente significativa entre as distribuições por tipo de vítima entre as quatro estradas (como a frequência esperada foi menor que 5, utilizou-se o Teste Exato de Fischer, obtendo-se $p=0,119$). Os atropelamentos aconteceriam então na mesma proporção nas quatro áreas de amostragem.

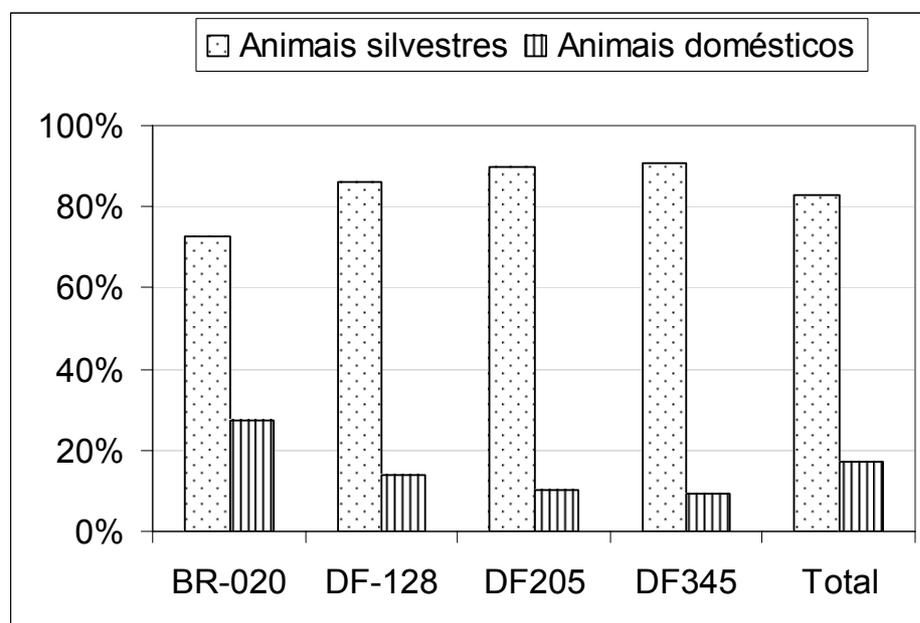


Figura 3. Frequência relativa de atropelamento de animais silvestres e domésticos em cada uma das rodovias no entorno da ESECAE e total, entre abril de 2004 e agosto de 2005.

4.2 Registros por Classes de Vertebrados

As ocorrências de atropelamentos de todos os animais, tanto silvestres quanto domésticos, em cada rodovia individualmente podem ser analisadas na Figura 4. Não há diferença estatisticamente significativa entre as distribuições das classes de animais por estrada (Teste Exato de Fischer, $p = 0,089$).

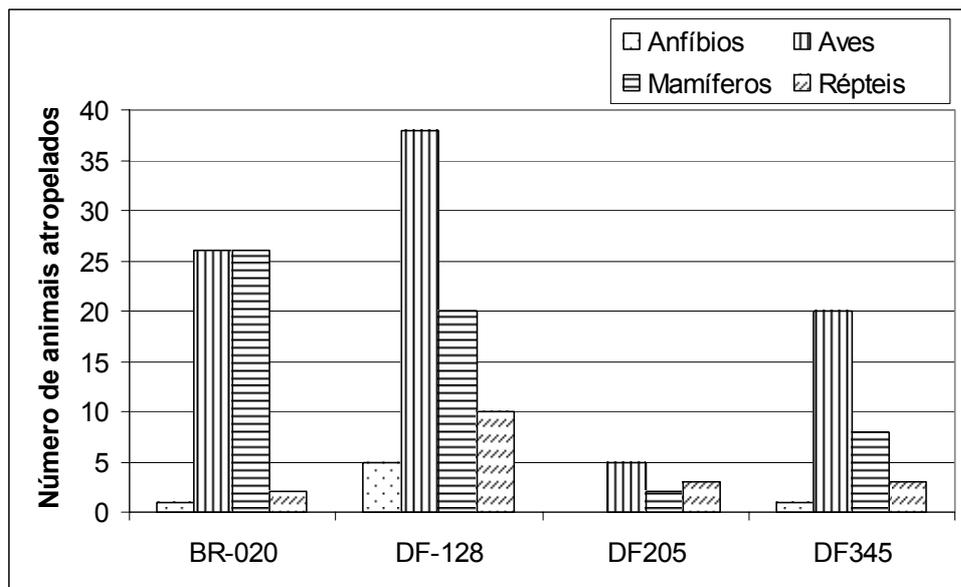


Figura 4. Distribuição de freqüência dos animais atropelados, por Classe, nas quatro rodovias do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005.

4.3 Estimativa de mortalidade anual

A partir desses dados e das informações obtidas com as checagens intensivas, pode-se gerar uma estimativa de qual seria a mortalidade anual de animais silvestres por atropelamento no entorno da ESECAE.

Observou-se que carcaças menores que dois quilos, intencionalmente não removidas e deixadas para acompanhamento sobre a pista pela manhã já não eram mais localizáveis na tarde do mesmo dia. Já a carcaça maior que dois quilos (gato doméstico), encontrada já em estado de decomposição no dia anterior e deixada intencionalmente sobre a pista ainda podia ser localizada no final da tarde seguinte, corroborando os dados de literatura que estipulam que o número de carcaças menores que dois quilos representam as mortes diárias (ou até de menos tempo) e, as maiores que dois quilos, representam a morte dos últimos quatro dias.

Assim, para a obtenção das estimativas, foram utilizadas duas fórmulas: para animais menores que dois quilos o número de registros foi multiplicado pelos 365 dias do ano e dividido pelos 48 de dias de coleta e, para os animais maiores que dois quilos, o número de registros foi multiplicado pelos 365 dias do ano e dividido por quatro vezes o número de dias de coleta (=192). Dentro de cada classe, observou-se a quantidade de animais de porte pequeno e grande (três das 87 Aves e 11 dos 29 Mamíferos) para os cálculos.

Tabela 4 Mortalidade de animais silvestres por atropelamento nas rodovias do entorno da ESECAE, e estimativa anual a partir do total de animais silvestres registrados no presente estudo.

Classes	Registros	Mortes estimadas
Anfíbios	7	53
Aves	87	644
Mamíferos	29	158
Répteis	18	137
Total geral	141	992

4.4 Sazonalidade

Os registros foram realizados de maneira independente para cada data e para cada uma das rodovias, permitindo verificar variação de sazonalidade no número de registros (Anexo III e Figura 5). As distribuições dos atropelamentos nas quatro estradas são diferentes nos três períodos estudados, dois secos e um chuvoso (Teste Exato de Fischer, $p=0,018$), evidenciando-se uma concentração dos atropelamentos durante o período chuvoso, entre outubro de 2004 e março de 2005 (Tabela 7).

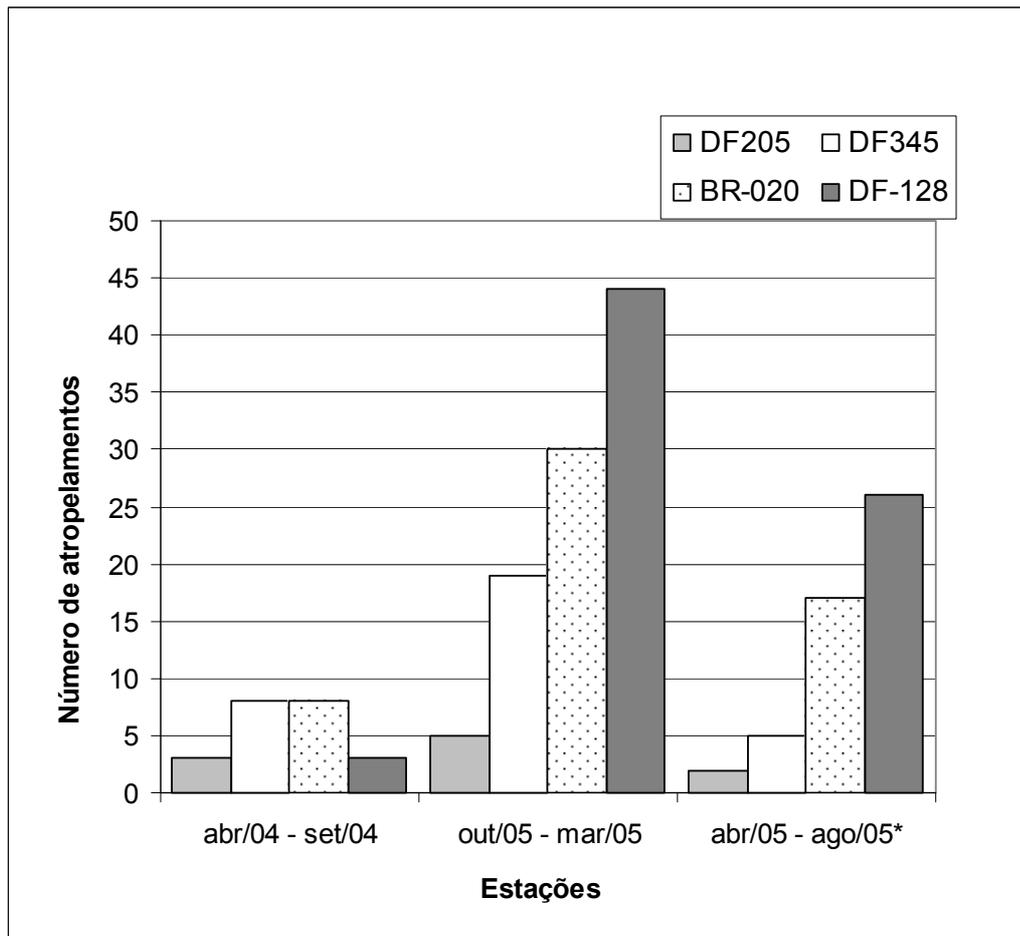


Figura 5. Frequência de ocorrência de atropelamentos por período (seco, chuvoso e seco), nas quatro rodovias do entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005. * somente 5 meses.

Houve, ainda, uma diferença nas distribuições dos atropelamentos nas quatro estradas quando comparadas as duas estações de seca (Teste Exato de Fisher, $p=0,002$). Em 2005, ocorreram mais atropelamentos na estrada DF-128.

Dos 17 meses amostrados, 11 foram em estações secas e 6 em uma estação chuvosa, ou seja, houve mais amostragem quando se podia esperar menor quantidade de atropelamentos. Com a correção (Tabela 5) para evitar uma redução artificial dos índices de atropelamento globais por atribuir erroneamente mais peso às estações que normalmente apresentam menor amostragem, obtém-se dados que permitem uma comparação mais consistente com outros estudos, realizados em períodos de um ano com igual proporção de coletas de dados nas duas estações.

Tabela 5. Correção do número total de ocorrências de animais atropelados de acordo com a data de amostragem, em cada rodovia do entorno da ESECAE.

Estações Secas	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
abr/04 - set/04	8	3	3	8	22
abr/05 - ago/05*	17	26	2	5	50
11 Meses de Seca	25	29	5	13	72
Semestre Seco Corrigido	13,64	15,82	2,73	7,09	39,27
Estação Chuvosa					
out/05 - mar/05	30	44	5	19	98
Semestre Chuvoso	30	44	5	19	98
TOTAL Ano Corrigido	43,64	59,82	7,73	26,09	137,27

* somente 5 meses

Considerando-se essa correção, novos índices de atropelamento foram obtidos (Tabela 6), com valores ligeiramente maiores.

Tabela 6. Índices de atropelamento, para todas as ocorrências no entorno da ESECAE, entre abril de 2004 e agosto de 2005, corrigidos para 12 meses pela média nos semestres secos e chuvosos.

Unidades	Índices Corrigidos	Índices sem a Correção
Animais / km / ano	3,23	2,82
Animais / km / mês	0,27	0,23
Animais / km percorrido	0,09	0,08

4.5 Pontos críticos

Os registros de atropelamentos, plotados numa imagem georreferenciada, são apresentados na Figura 6.

O detalhamento desses pontos de atropelamentos para cada trecho de um quilômetro de cada uma das rodovias (Figura 7, com números absolutos por trecho) buscou identificar trechos com maior probabilidade de ocorrência de acidentes (Figura 8, com porcentagens de ocorrência de atropelamentos em cada trecho em relação ao total).

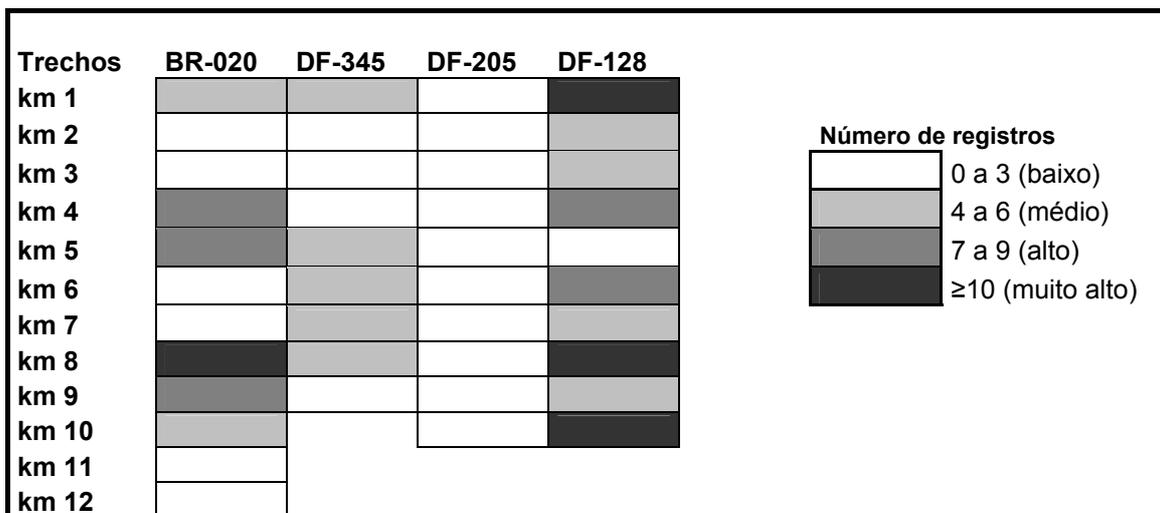


Figura 7. Diagrama dos trechos das rodovias do entorno da ESECAE, com os respectivos números de atropelamentos de vertebrados silvestres entre 24.04.2004 e 14.08.2005.

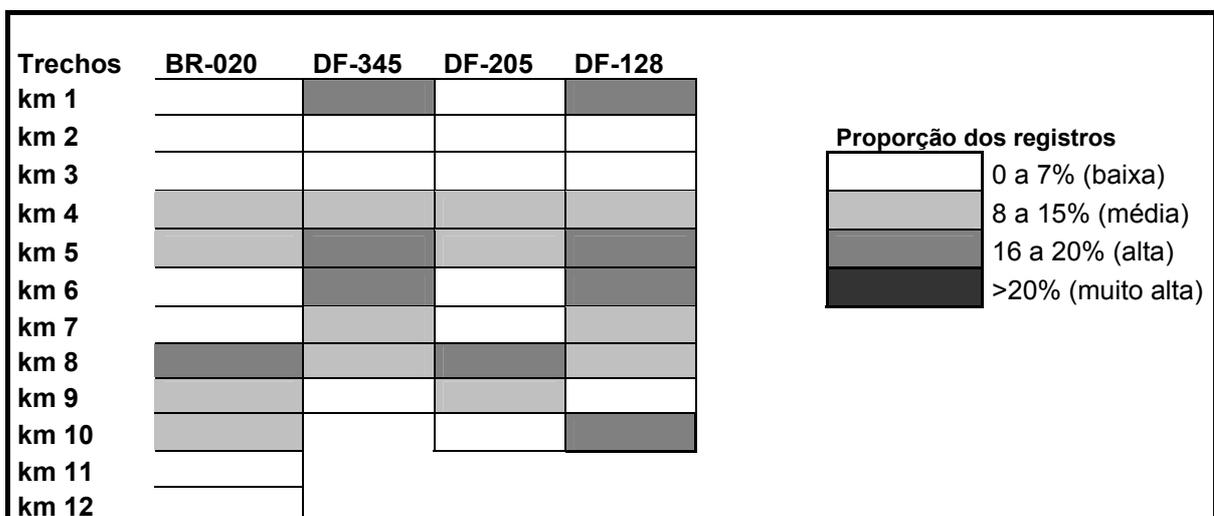


Figura 8. Diagrama dos trechos das rodovias do entorno da ESECAE, com as proporções dos registros de cada trecho em relação ao total de atropelamentos de vertebrados silvestres entre 24.04.2004 e 14.08.2005.

Confrontando com os resultados encontrados por Rodrigues *et al.* (2002), é possível determinar se houve alteração nos pontos da rodovia onde havia mais atropelamentos desde a colocação das placas de advertência (exemplo de placa de advertência na Figura 9).



Figura 9. Fotografia de uma das placas de advertência, colocada pelo DER-DF como medida mitigadora do contra o atropelamento de vertebrados silvestres no entorno da ESECAE.

Na BR-020, o número de atropelamentos aumenta gradativamente de médio a muito alto do km 10 até o 8, coincidindo parcialmente com os resultados de Rodrigues *et al.* (2002). Porém também houve um número alto de atropelamentos nos quilômetros 4 e 5, logo após o término da pista duplicada, o que não ocorreu no quilômetro 3, próximo ao Córrego do Fumal, como encontraram os autores. Também o primeiro quilômetro, próximo à entrada da DF-128, apresentou número médio de atropelamentos.

Seguindo esse padrão, o primeiro quilômetro da DF-128 junto à BR-020 também concentrou um número muito alto de atropelamentos, semelhantemente aos quilômetros 10 e 8, além de que praticamente toda a extensão dessa estrada apresenta grande número de atropelamentos, diferindo dos resultados de Rodrigues *et al.* (2002). Já a DF-345 apresenta apenas trechos com números médios de atropelamentos, concentrados no quilômetro um e entre o 5 e o 9, sendo que toda a DF-205 tem um baixo número de atropelamentos, sem alteração face ao trabalho desses autores.

Analisando-se as proporções de atropelamento de cada trecho em relação ao total, pode-se inferir quais têm o maior risco relativo de atropelamentos para cada rodovia. Na BR-020, o padrão é semelhante ao encontrado por Rodrigues *et al.* (2002), com atropelamentos apresentando freqüência alta no quilômetro 8 e média nos quilômetros 9, 4 e 5.

Ao contrário do encontrado pelos autores citados, a proporção de atropelamentos na DF-205 não foi uniforme, mas isso provavelmente se deveu ao pequeno número total (n = 10). A DF-345 apresenta a mesma proporção de atropelamentos do trabalho anterior, com proporção média de atropelamentos entre os quilômetros 5 e 6, baixa nos quilômetros 4, 7, 8, e 1.

Já a DF-128 apresentou proporção alta de atropelamentos nos quilômetros inicial, final e na porção intermediária entre os quilômetros 4 e 8, com valores maiores nos quilômetros 5 e 6, num padrão bastante diferente do encontrado por Rodrigues *et al.* (2002).

Não só os trechos com maior probabilidade apresentaram alteração quando comparados com o trabalho anterior, como também entre as quatro rodovias mudou a distribuição dos registros (Tabela 7).

Tabela 7. Proporção das ocorrências de atropelamento de vertebrados entre abril de 2004 e agosto de 2005 para cada rodovia no entorno da ESECAE.

Trabalho	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
Presente trabalho	55 (32%)	73(43%)	10(6%)	32 (19%)	170
Rodrigues <i>et al.</i> (2002)	366 (55%)	187 (28%)	20 (3%)	93 (14%)	666

A distribuição das ocorrências de animais atropelados de acordo com a estrada apresenta diferença estatisticamente significativa ($X^2=28,62$, $gl=3$, $p< 0,001$), indicando que houve alteração estatisticamente significativa entre os dois momentos analisados, mesmo considerando-se que o presente trabalho teve menor esforço amostral.

4.6 Espécies críticas

Foram registrados 170 atropelamentos, dos quais foi possível fazer a classificação taxonômica até Espécie para 87 indivíduos; até Gênero para 11 indivíduos; até Família para 11; até Sub-Ordem para 4; até Ordem para 13 e 44 indivíduos só puderam ser identificados até Classe.

Todas as espécies registradas tiveram um pequeno número absoluto de indivíduos encontrados atropelados (Tabela 8), e as que tiveram maior número de registros foram o cão doméstico (*Canis familiaris*), com 14 ocorrências, seguido pelo tiziu (*Volatina jacarina*), com 12. Essa ave também foi a espécie mais abundante nos registros de Rodrigues *et al.* (2002).

Tabela 8. Espécies que tiveram os maiores números de registro nos atropelamentos entre 24.04.2004 e 14.08.2005 nas rodovias do entorno da ESECAE.

Espécies	% dos Registros (N Total = 170)
<i>Canis familiaris</i>	8,24% (n=14)
<i>Volatina jacarina</i>	7,06% (n=12)
<i>Felis catus</i>	5,88% (n=10)
<i>Bufo</i> sp.	4,12% (n= 7)
<i>Didelphis albiventris</i>	3,53% (n= 6)
<i>Colibri serrirostris</i>	
<i>Guira guira</i>	1,76% (n= 3)
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	
<i>Pseudalopex vetulus</i>	
<i>Amphisbaena</i> sp.	
<i>Boa constrictor</i>	
<i>Columba livia</i>	
<i>Equus caballus</i>	1,18% (n= 2)
<i>Nothura maculosa</i>	
<i>Nystalus chacuru</i>	
<i>Pseudoboa nigra</i>	
<i>Tyrannus savana</i>	

Em seguida, aparecem o gato doméstico (*Felis catus*), com 10 registros, o sapo (*Bufo* sp.) com sete registros e o gambá (*Didelphis albiventris*), com seis. Foram registrados três indivíduos das aves anu-branco (*Guira guira*) e beija-flor (*Colibri serrirostris*), da falsa-coral (*Oxyrhopus trigeminus*) e da raposinha-do-campo (*Pseudalopex vetulus*), e dois indivíduos das serpentes falsa-jibóia (*Pseudoboa nigra*), jibóia verdadeira (*Boa constrictor*) e cobra-cega (*Amphisbaena* sp.), das aves pomba doméstica (*Columba livia*), João-bobo (*Nystalus chacuru*), codorna-do-campo (*Nothura maculosa*), tesourinha (*Tyrannus savana*) e de cavalo (*Equus caballus*). Para todos os táxons restantes, houve registro de somente um indivíduo.

Das 17 espécies mais atropeladas, a grande maioria das ocorrências é referente a dois animais domésticos (cães e gatos, que totalizam 24 registros) e os animais silvestres registrados são comuns na ESECAE e/ou não figuram em listas de espécies ameaçadas de extinção. Excetuando-se *Pseudalopex vetulus*, a perda populacional representada pelos atropelamentos não representa um risco significativo em curto prazo. Na mesma situação está a maioria das espécies que apresenta somente um registro.

O mesmo não se pode dizer de *P. vetulus*, que teve três indivíduos encontrados atropelados e de *Chrysocyon brachyurus*, que teve um indivíduo atropelado. A densidade populacional desses canídeos é normalmente baixa e, para as populações residentes na ESECAE, essas perdas são significativas, conforme discutiremos adiante.

5. DISCUSSÃO

As proporções de cada Classe de Vertebrados não variaram significativamente entre as estradas (ver Figura 4), sendo as Aves o grupo mais afetado, com 52% do total, seguidas pelos Mamíferos, com 33%, depois pelos Répteis, representando 11%, e finalmente pelos Anfíbios, com 4%.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados em bibliografia, com Prada (2004) também encontrando esse grupo como o mais impactado; Fischer (1997), como o segundo grupo e Rodrigues *et al.* (2002) que, além de encontrarem também mais aves nos registros da mesma área de amostragem do presente trabalho, também apontaram o tiziu (*Volatina jacarina*) como a espécie silvestre mais impactada.

A despeito de sua capacidade de vôo, são freqüentemente registrados grandes números de aves em monitoramentos de animais atropelados em rodovias (NOVELLI *et al.*, 1988; VAN DER GRIFT, 2001; ERRITZOE *et al.*, 2003), sem que isso necessariamente implique em ameaça às populações da maioria das espécies, pois pode estar refletindo uma abundância relativa naturalmente maior desse táxon.

Outra hipótese para explicar o grande número de aves registradas seria o hábito de forragear nas rodovias e o próprio vôo, que confere maior mobilidade, aumenta proporcionalmente o número de oportunidades de se chocar com veículos (CLEVENGER *et al.*, 2003). O deslocamento em três dimensões e a constituição delicada do corpo adaptado para voar também aumentam a suscetibilidade do grupo ao atropelamento.

De fato, durante o presente trabalho somente uma das aves registradas tinha porte corporal maior que dois quilos (um carcará, *Polyborus plancus*), e foram vistas pombas domésticas (*Columba livia*) e tizius (*V. jacarina*) atropelados junto a fontes de grãos. Parte dos quais eram espigas do capim, porém outra parte eram grãos de soja caídos das carretas que trafegam nas rodovias do entorno da ESECAE, ou seja, efeito do próprio trânsito e do fato desse tipo de carga aumentar a probabilidade dos atropelamentos.

O segundo grupo registrado, os Mamíferos, apresentam mais animais domésticos (ver Tabela 1) e também animais silvestres de grande porte. Se esses animais, maiores em tamanho que os demais, continuam sendo atingidos pelos

motoristas, os animais das demais Classes, com tamanho corporal relativamente menor, estarão ainda mais susceptíveis.

Grande parte dos trabalhos sobre atropelamentos aponta grandes quantidades de registro de mamíferos (NOVELLI *et al.*, 1988; VIEIRA, 1996; FISCHER, 1997). No presente trabalho, apesar dos números absolutos não serem elevados (N Total = 56, e espécies silvestres com *n* individual variando de um a seis), para algumas espécies com baixa densidade populacional o impacto pode ser significativo (ver Item **4.6. Espécies Críticas**).

Os anfíbios foram a Classe com menor número de registros; foram representados por um único gênero de sapos, *Bufo*, e todos os sete registros ocorreram entre dezembro de 2004 e março de 2005. O fator climático parece ser o principal para essa Classe, devido ao maior deslocamento para atividades reprodutivas, conforme apontado em outros estudos (FISCHER, 1997; PRADA, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2002; TROMBULAK & FRISSEL, 2000). Os répteis apresentam padrão sazonal de ocorrência semelhante ao dos anfíbios, com número bem maior de ocorrências na estação chuvosa, provavelmente associado a uma maior disponibilidade de alimento e eventualmente maior densidade populacional nesta época do ano (PRADA 2004).

Rodrigues *et al.* (2002) encontraram os répteis como o segundo grupo mais amostrado, no entanto este trabalho registrou mais Mamíferos, da mesma maneira que Fischer (1997) e Prada (2004). Mesmo com os répteis em geral aparecendo apenas em terceiro lugar nas ocorrências por Classe, entre as 17 espécies mais amostradas estão três serpentes (ver Tabela 8).

Outros fatores predisponentes a riscos de atropelamento para a herpetofauna na estação chuvosa seriam o alagamento das tocas e a menor temperatura ambiente, obrigando os animais a se deslocarem mais em busca de locais abrigados e de termorregulação corporal, atraindo-os para o asfalto quente das rodovias.

Outra possível explicação seriam atropelamentos intencionais, como é registrado em bibliografia (PRADA, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2002), devido à questão cultural de se atribuir características negativas às serpentes.

5.1 Estimativa de mortalidade anual

A estimativa de mortalidade anual para os vertebrados silvestres no entorno da ESECAE foi de 992 animais, bem menor que aquela apresentada por Rodrigues *et al.* (2002).

Ao contrário da avaliação da eficácia das placas de advertência como medida mitigadora, o que será discutido adiante, para a elaboração dessa estimativa levou-se em consideração somente o número de animais silvestres atropelados e a quantidade de animais de grande porte dentro das Classes Aves (três registros de animais de porte maior que dois quilos) e Mamíferos (11 registros) foi utilizada em conjunto com as informações sobre a acurácia das amostragens, para evitar uma super-estimativa já que a quantidade de animais de porte maior que 2 Kg encontrada por evento de amostragem são animais que permanecem visíveis por até quatro dias na estrada, representando quatro dias de atropelamento.

Como houve menos dias de amostragens bem menos registros no presente trabalho que no de Rodrigues *et al.* (2002) (141 no presente trabalho, contra 666 naquele), as estimativas também foram menores. Parece haver indícios que o número de atropelamentos está diminuindo gradualmente no período compreendido entre 2002 e 2005, quando foram finalizadas respectivamente as coletas de cada um dos estudos mencionados. Isto pode ser visto como um fato positivo, mas pode ser também apenas devido à diminuição das populações residentes na ESECAE devido à crescente pressão antrópica.

5.2 Animais domésticos

Os animais de maior porte encontrados atropelados foram animais domésticos (Tabela 1), o que corrobora a idéia de que, se os motoristas continuam atropelando animais domésticos após a colocação das placas de advertência pelo DER-DF, não estão reduzindo a velocidade em obediência às placas, bem como também continuam atropelando animais silvestres. Se não conseguiram evitar colisões com animais de grande porte, os animais silvestres de porte igual ou menor também não serão poupados.

Restringindo a análise apenas aos animais silvestres, os 144 animais registros levariam a uma diminuição do índice de atropelamentos por km percorrido de 0,083 para 0,070 (ver Tabela 3), mas tal redução aparentemente não se configura como reflexo da eficácia das placas em evitar que animais sejam

atropelados.

As porcentagens de animais domésticos variaram ligeiramente em cada rodovia (ver Figura 3), sendo maior (27%) na BR-020, a qual conta com maior presença humana ao redor da faixa de domínio e fluxo de veículos mais intenso. Como consequência, mais animais domésticos circulam por ela, com grande risco de serem abalroados pelos inúmeros veículos que trafegam em alta velocidade.

Como a variação da proporção de animais domésticos em relação aos silvestres nos atropelamentos de cada rodovia não pôde ser considerada estatisticamente significativa, não é necessário fazer qualquer distinção entre elas durante as análises de outros aspectos, pois poderiam ser influenciados pela maior presença de animais domésticos nos registros.

5.3 Sazonalidade

Dividindo-se os 17 meses de coletas em estação seca de 2004, chuvosa 2004/2005 e seca de 2005, houve diferença estatisticamente significativa (ver Tabela 5).

Os dados apontam um maior número de atropelamentos durante a estação chuvosa (ver Figura 5), o que é compatível com os resultados obtidos por Rodrigues *et al.* (2002) e Prada (2004). Essa autora destaca que principalmente as Classes dos Répteis e Anfíbios têm concentração dos atropelamentos mais acentuada que as demais para o período chuvoso, o que também se verificou no presente trabalho, com os primeiros registros de répteis e anfíbios coincidindo com o início das chuvas.

Assim, o período de chuvas é o mais indicado para intensificar campanhas educativas e instalação de radares móveis de controle de velocidade.

Como os dados foram coletados durante seis meses na estação chuvosa – de outubro de 2004 a março de 2005, e durante 11 meses nas estações secas – de abril a setembro de 2004 e de abril a agosto de 2005, houve uma correção dos dados para minimizar o menor número de meses de coletas justamente na estação que traz mais ocorrências (ver Figura 5), e o índice de atropelamento assim obtido foi ligeiramente maior, passando de 0,083 animais/km percorrido para 0,095 (ver Tabela 5).

Mesmo assim, os índices de atropelamento permanecem menores que os índices obtidos por Rodrigues *et al.* (2002) antes da instalação das placas de advertência como medida mitigadora dos atropelamentos (Tabela 2).

5.4 Eficácia das placas de advertência e evolução dos índices de atropelamento

Comparando-se os índices de atropelamento do presente trabalho com os de Rodrigues *et al.* (2002), houve uma diferença grande: enquanto o índice desses autores foi de 0,168 animais por quilômetro percorrido, no presente trabalho foi de 0,070 animais por quilômetro percorrido. Mesmo aplicada a correção, devido ao maior número de amostragens nas estações secas, obteve-se 0,095 animais por quilômetro percorrido (ver Tabela 5), ou 0,083 incluindo domésticos (Tabela 3).

A princípio, tal resultado poderia indicar uma diminuição do número de atropelamentos posterior à colocação de placas de advertência colocadas pelo DER-DF, como a mostrada na Figura 9. Porém, como a área de estudo é aberta, sujeita a muitos fatores externos, e considerando as limitações metodológicas já apontadas, as diferenças entre os índices de atropelamento do presente trabalho e do anterior devem ser analisadas com rigor, não se podendo atribuir pequenas variações apenas à colocação das placas de advertência isoladamente.

A grande pressão antrópica a que a ESECAE está sujeita deve ser considerada, com o avanço da população periférica de Planaltina e das chácaras do entorno, sítios com produção agrícola e uso de pesticidas. A imagem de satélite (Figura 2) revela claramente que a Estação Ecológica constitui uma verdadeira ilha de ambiente nativo em meio a áreas intensamente utilizadas para plantio e em crescente urbanização.

Durante o período de realização deste trabalho, mereceram destaque a instalação de um acampamento do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem-Terra (MST) no acostamento da BR-020, bem próximo à entrada da Sede da ESECAE (Figura 10) no segundo semestre de 2004, e a realização de obras nessa mesma rodovia, como a construção de uma adutora da Companhia de Abastecimento e Saneamento Básico do Distrito Federal, CAESB (Figura 11) e instalação de novos postes de iluminação no canteiro central do trecho duplicado.



Figura 10. Fotografia de assentamento do MST iniciado no segundo semestre de 2004, no acostamento de trecho não duplicado da rodovia BR-020, próximo à entrada da Sede da ESECAE. Destaque para a faixa com os dizeres: “MST na LUTA PELO MEIO AMBIENTE”.



Figura 11. Fotografia da obra de porte médio, realizada durante o período de monitoramento do presente estudo, para construção de adutora da CAESB junto ao Córrego do Fumal, na rodovia BR-020.

Toda essa movimentação humana na mesma rodovia pode ter contribuído para a diminuição das ocorrências de atropelamentos, seja por afugentar os vertebrados de maior porte, seja porque as pessoas provavelmente removeram várias das carcaças que, caso contrário, seriam contabilizadas neste estudo.

Além da visível pressão do aumento da presença humana e de mudança de uso do solo, o grande número de carnívoros domésticos encontrados atropelados é evidência de mais uma pressão a que as populações da fauna nativa da ESECAE estão sujeitas, pois é conhecido o impacto dessas espécies no interior de outra UC no próprio Distrito Federal, o Parque Nacional de Brasília, situação estudada por Lacerda (2002).

A diminuição dos atropelamentos pode se dever a uma diminuição das populações de animais silvestres do interior da ESECAE e ao afugentamento de animais de pontos das rodovias que eles anteriormente freqüentavam, como consequência das pressões antrópicas e não da eficácia da colocação das placas de advertência.

A observação de motoristas dirigindo de maneira arriscada e de veículos em estado de conservação muito ruim durante as campanhas de campo sugere a necessidade de intensas campanhas educativas e também presença de fiscalização rigorosa, pois um público que não cumpre normas de segurança do trânsito dificilmente atentará para a segurança dos animais silvestres. Campanhas educativas podem não surtir efeito imediato como medida mitigadora de atropelamentos, mas podem alcançar maior sucesso no futuro se realizadas em escolas e Centros de Formação de Condutores.

Foram feitas também observações sobre a capina das margens das rodovias, dentro da faixa de domínio (faixa não-edificante), de responsabilidade do poder público, manutenção das placas e do asfalto. A manutenção só ocorreu eventualmente, com intervalo de vários meses, e o capim do acostamento do lado oposto à ESECAE atingiu quase dois metros de altura, encobrendo as placas.

A vegetação encobrendo as placas, além de prejudicar a segurança geral do trânsito, certamente reduz a eficácia destas como advertência aos motoristas. Se houve diminuição nos índices de atropelamento, não se pode creditar esse fato à presença de placas que não estão visíveis aos motoristas.

No lado da ESECAE, a vegetação era capada com mais freqüência e sempre foram mantidos aceiros pela equipe da própria UC como medida preventiva

a incêndios, devido ao Cerrado ser muito sujeito ao fogo, sobretudo na estação seca, mas mesmo assim as placas permaneciam encobertas por vegetação durante longos períodos.

5.5. Pontos críticos

Analisando-se apenas visualmente a imagem da Figura 6, já se nota que os pontos de atropelamento não apresentam distribuição uniforme. Ao sintetizar esses pontos, distribuindo-os por trechos de um quilômetro (ver Figura 7) e das proporções dessas ocorrências por trecho em relação ao total (ver Figura 8), verificou-se uma tendência à mudança de alguns dos pontos críticos apontado por Rodrigues *et al.* (2002).

Na BR-020, no ponto localizado nas proximidades do Córrego do Fumal, no quilômetro três, verificou-se intensa presença de pessoas nadando, pescando e lavando cavalos, carros e bicicletas próximo à ponte do Fumal e, principalmente, a presença de um canteiro de obras e construção de uma adutora da CAESB nesse ponto (ver Figura 11), que possivelmente teriam afugentado os animais do local, reduzindo com isso o atropelamento nesse ponto.

Além disso, em entrevista o Senhor Edemar, proprietário rural do entorno e dono de comércio de vinho e frutas à beira da rodovia DF-128, relatou que quando são encontradas capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) atropeladas junto ao Córrego do Fumal, rapidamente são recolhidas por moradores do entorno para consumo na alimentação, que também caçam clandestinamente esta e outras espécies como tatus (*Dasybus sp.*), veados (*Mazama sp.*) e seriemas (*Cariama cristata*) - ambas espécies visualizadas cruzando a DF-205 pela pesquisadora, porém não registradas atropeladas.

Ainda segundo o mesmo relato, a população que freqüenta o entorno das rodovias costuma enterrar carcaças de animais domésticos ou silvestres que não são consumidos na alimentação, como sagüis (*Callithrix penicillata*), para evitar o mau cheiro, já que as operações de manutenção da rodovia pelo DER-DF têm intervalos muito grandes.

Esse relato é compatível com o fato de não se encontrarem mamíferos ou aves silvestres “comestíveis” atropelados durante todo o estudo, sendo encontrado apenas parte (quarto traseiro) de um único indivíduo de *Dasybus sp.*, corroborando a hipótese de não se dever à colocação de placas de advertência e sim às interferências humanas a diminuição no número de atropelamentos.

O ponto crítico de atropelamento da BR-020 parece ter se deslocado do quilômetro três, próximo ao Córrego do Fumal, para o trecho entre os quilômetros quatro e cinco, onde termina a pista duplicada. Provavelmente nesse trecho os motoristas ainda seguem em alta velocidade, porém por ser pista simples deve haver maior utilização dos acostamentos, levando a uma maior quantidade de colisões com animais.

Ainda na BR-020, o trecho entre os quilômetros oito e nove, próximo à entrada da ESECAE e ao Córrego do Brejinho, aparece como crítico, da mesma forma que no trabalho de Rodrigues *et al.* (2002). Exatamente nesse trecho foram registradas as duas espécies críticas analisadas adiante.

Tanto as proximidades do quilômetro quatro quanto as do quilômetro oito, críticos, localizam-se em baixadas, com passagem veículos em alta velocidade e junto a corpos d'água que podem atrair animais, principalmente no período noturno, quando a circulação de pessoas é menor.

A rodovia DF-345 também apresentou padrões de pontos críticos ligeiramente diferentes dos de Rodrigues *et al.* (2002), com destaque para o quilômetro um, que não aparecia anteriormente. Analisando-se a paisagem por meio das imagens de satélite (ver figuras 2 e 6), nota-se que do outro lado do trevo, que liga este trecho inicial da rodovia à BR-020, existe uma grande mancha de vegetação junto a um corpo d'água, que estaria servindo como corredor para os animais que saem da ESECAE, alguns dos quais são mortos ao tentar cruzar a estrada.

Já a DF-128 apresenta grande modificação, com aumento dos pontos críticos em relação ao estudo de 2002. Analisando-se os números de atropelamento por trecho, os trechos com maior abundância de pontos foram os quilômetros um, oito e 10. Em 2002 só havia um ponto com número de registros considerado alto, no quilômetro três. A análise das proporções de atropelamento por trecho revelam que os pontos críticos descritos para os quilômetros três e nove no trabalho de 2002 deram lugar ao quilômetro um, ao trecho formado pelos quilômetros cinco e seis, e ao km 10. Nota-se que existe um redutor de velocidade, do tipo sonorizador, no quilômetro um, devido à presença de um ponto de ônibus, no entanto os atropelamentos foram localizados um pouco mais à frente, quando os veículos já ganharam velocidade.

Devido ao pequeno número de registros de atropelamentos (n=10), a DF-205 não pode ser considerada como detentora de pontos críticos, mas ao contrário do relato de Rodrigues *et al.* (2002), os poucos atropelamentos registrados no presente estudo ocorreram no trecho formado pelos quilômetros quatro e cinco, onde foi registrada a ocorrência de uma das espécies críticas descrita a seguir, e trecho entre os quilômetros oito e nove.

Além de os pontos críticos sofrerem alterações em cada uma das quatro rodovias, a distribuição da porcentagem de registros em cada rodovia com relação ao total sofreu alteração estatisticamente significativa (ver Tabela 7), com destaque para o aumento da porcentagem de atropelamentos registrados na DF-128 e diminuição da proporção de registros na BR-020.

Essa diferença pode ser reflexo de uma diminuição dos registros na BR-020, devido a todos os fatores de pressão antrópica já mencionados, indicando uma tendência à redução de animais silvestres circulando expostos a atropelamentos e não em eficiência das placas de advertência como medida mitigadora, já que a rodovia DF-128 apresentou praticamente o dobro das proporções de atropelamento a despeito de ter as placas instaladas. Ressalta-se que apenas as proporções aumentaram, mas todos os números absolutos foram menores.

Com a mudança nos pontos críticos, sugere-se a instalação de redutores físicos de velocidade ou radares automáticos nos seguintes trechos: na BR-020, entre os quilômetros oito e nove e no quilômetro quatro; na DF-128, entre os quilômetros um e dois, e nos quilômetros cinco, seis e 10; na DF-345, nos quilômetros um, cinco e seis. Devido ao pequeno número de registros e ao pavimento de terra, que não permite o desenvolvimento de velocidades tão altas quanto o asfáltico e gera vibração que afugenta muitos animais, não são necessárias medidas mitigadoras específicas enquanto suas características de fluxo e pavimentação se mantiverem iguais.

Houve pontos críticos que permaneceram iguais aos obtidos por Rodrigues *et al.* (2002), nos quais as medidas são sugeridas fortemente, e fica evidente a importância de um constante monitoramento dos pontos atropelamento para que as medidas mitigadoras acompanhem essa dinâmica.

5.6 Espécies críticas

Apesar da maioria das 87 espécies identificadas nos atropelamentos no entorno da ESECAE apresentarem um pequeno número de indivíduos vitimados e não constarem em listas de espécies ameaçadas, além de pertencer a espécies comuns no interior da UC (ver tabelas 1 e 8) ou mesmo se tratar de animais domésticos, duas das espécies de canídeos registradas despertam preocupação.

Foram registrados três indivíduos de raposinha-do-campo (*Pseudalopex vetulus*) atropelados. Esta espécie ameaçada é considerada de observação rara na ESECAE (RODRIGUES *et al.*, 2002). Houve também registro de um indivíduo de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), espécie listada como vulnerável na lista de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção.

Durante o ano de 2004, houve informação de pelo menos seis lobos-guará atropelados na BR-020, porém apenas um durante o período e dentro do trecho de contabilização das ocorrências.

Como são espécies de baixa densidade populacional, com número de indivíduos reduzido no interior da ESECAE (população estimada em cerca de 10 indivíduos, por RODRIGUES, 2002), um único indivíduo atropelado já representa uma grande porcentagem da população.

De maneira semelhante a outros trabalhos (RODRIGUES, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2002; PRADA, 2004; MANTOVANI, 2001; JACOB, 2002), os carnívoros silvestres de maior porte aparecem regularmente como vítimas de atropelamentos.

Também foi registrado o atropelamento de um indivíduo de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), além de 14 cães e 10 gatos domésticos, evidenciando a suscetibilidade dos carnívoros em geral à morte por atropelamento.

Um fator predisponente ao atropelamento parece ser a quantidade de deslocamentos que realizam, seja por apresentarem áreas de vida extensas, seja pela busca de território que os indivíduos jovens realizam ao alcançar independência de suas mães. Além disso muitas espécies de carnívoros perambulam ao longo de estradas exatamente em busca de carcaças que possam ser aproveitadas como alimento, expondo-os a riscos mas altos de serem eles próprios atropelados.

Evidencia-se assim a importância de que futuras medidas mitigadoras, como passagens inferiores para fauna, contemplem o grupo dos Carnívoros. O cercamento total da ESECAE, visando evitar atropelamentos, não é recomendável para esse grupo porque representaria uma barreira ao deslocamento natural, apesar de a alternativa poder considerar em pequenos trechos, como na BR-020 entre os quilômetros um e três, próximos à entrada da cidade de Planaltina.

Quando ocorrerem as obras, já em licenciamento, de duplicação da pista do trecho final da BR-020, haverá coincidência de ponto de transposição de um corpo d'água com um dos pontos críticos de atropelamento, por volta do quilômetro nove, no Córrego do Brejinho.

Nesse mesmo trecho, coincidentemente foram registrados o lobo-guará e a raposinha-do-campo atropelados, por isso uma medida mitigadora de extrema importância conservacionista e de relevância econômica seria a transposição por meio de elevação, nos moldes da existente no Córrego do Fumal.

Alternativamente podem-se instalar manilhas superdimensionadas, de modo a deixar sempre uma passagem seca para os canídeos, mesmo durante o período chuvoso e largura suficiente para a passagem de luz para os animais enxergarem a saída do outro lado. Devem ser posicionadas cercas de alambrado em forma de funil, direcionando os animais para essa passagem por debaixo da rodovia.

O grande número e proporção de Aves registrado no presente trabalho merece destaque como grupo taxonômico crítico, apesar de não haver evidências de ameaça imediata pelos impactos do atropelamento. Embora sejam mais comuns estudos de medidas mitigadoras para evitar colisões veiculares com aves em aeroportos (SEILER & HELLDIN, 2006), Erritzoe *et al.* (2003) propuseram medidas mitigadoras específicas para esse grupo.

Algumas são bem específicas, como o plantio de árvores altas nas duas margens a uma certa distância da pista, obrigando as aves a voarem a uma altura superior à dos veículos para cruzarem a rodovia. Outras serviriam também à redução com animais das demais Classes, como a manutenção cuidadosa da vegetação no entorno imediato das rodovias, evitando o desenvolvimento de espécies atrativas e a colocação de redutores de velocidade.

Espécies de mamíferos e aves de grande porte, embora tenham tido sua presença confirmada para a ESECAE durante as campanhas de campo por

meio de visualizações, pegadas e entrevistas, não foram registradas nos atropelamentos. Entre espécies confirmadas mas não registradas nos atropelamentos, temos veados (*Mazama* sp), capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), sagüis (*Callithrix penicillata*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) ou seriemas (*Cariama cristata*).

Uma das possíveis causas dessas ausências é que indivíduos destas espécies são retirados das estradas por pessoas alheias ao estudo, conforme já discutido anteriormente. Pelo grande porte de animais desse tipo, sua ausência nos registros provavelmente não se deve a falha na visualização pelos observadores, mas sim a remoções das carcaças por terceiros. Outra hipótese é que, devido à raridade na área ou ao comportamento, não tenham sido mesmo atropelados. Contudo, as medidas mitigadoras a serem instaladas devem considerar também a necessidade dessas espécies, pois foi constatada sua circulação no entorno da ESECAE.

A BR-020 é duplicada nos primeiros três quilômetros em frente à ESECAE, vindo da região central do DF até a entrada de Planaltina. Durante o período do levantamento, tramitava na Superintendência do IBAMA, no Distrito Federal, processo de licenciamento ambiental das obras de continuação da duplicação. Uma das campanhas de coleta, na data de 14 de dezembro de 2005, foi feita em conjunto pela pesquisadora (também servidora do IBAMA) e por mais um técnico do IBAMA e um técnico do Ministério Público Federal no DF.

Além da coleta regular, o objetivo da campanha foi acompanhar o processo de licenciamento que incluiu, devido a uma Ação Civil Pública movida pelo Instituto para a Conservação dos Carnívoros Neotropicais, Pró-Carnívoros, obrigação legal de serem adotadas efetivas medidas mitigadoras dos impactos dos atropelamentos sobre a fauna da ESECAE e região, motivados pelos resultados do trabalho de Rodrigues *et al.* (2002), que indica os atropelamentos nas rodovias do entorno como sério fator de risco a espécies já ameaçadas de extinção, como os lobos-guará (*Chrysocyon brachyurus*).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação do número total de espécies registradas e do índice de atropelamento (em animais por quilômetro percorrido) do presente trabalho, com os resultados obtidos anteriormente para a mesma área, por Rodrigues *et al.* (2002), revela valores menores.

Porém, isto pode se dever à redução das populações de animais silvestres na ESECAE e à remoção das carcaças dos animais de maior porte pela população do entorno, e não à eficácia das placas de advertência aos motoristas visando mitigar os atropelamentos, as quais não eram respeitadas pelos motoristas, que circulavam em alta velocidade e provavelmente nem sequer eram vistas, pois passaram longos períodos encobertas pela vegetação.

A distribuição dos atropelamentos pelas diferentes Classes de Vertebrados entre as quatro rodovias analisadas não apresentou diferença estatisticamente significativa, mas a distribuição de atropelamentos entre a estação seca e chuvosa, sim. Por isso, os cuidados devem ser redobrados durante os meses de chuva no Distrito Federal. Sugere-se realizar, nessas épocas, ações como distribuição de folhetos educativos aos motoristas e nas escolas e centros de formação de condutores da região e também no Plano Piloto, de onde partem motoristas rumo ao Nordeste do Brasil pela rodovia BR-020, além de intensificação de colocação de radares móveis de controle de velocidade.

Analisando a distribuição dos pontos georreferenciados dos atropelamentos, sugere-se a colocação de redutores físicos de velocidade, como sonorizadores, nos seguintes trechos das rodovias que margeiam a ESECAE: na BR-020, entre os quilômetros oito e nove – esse mais fortemente recomendado, por ter se mantido constante em relação ao trabalho de Rodrigues *et al.* (2002) – e no quilômetro quatro; na DF-128, entre os quilômetros um e dois e nos quilômetros cinco, seis e 10; na DF-345, nos quilômetros um, cinco e seis, por ser a solução mais econômica e aplicável a todos os grupos animais.

Com relação aos grupos animais, o que se mostrou mais sensível aos atropelamentos foi o dos Canídeos, com registro de um indivíduo de *C. brachyurus*, espécie listada como vulnerável à extinção e três indivíduos de *P. vetulus*, ambas

com baixa densidade populacional natural para as quais as mortes por atropelamento representam significativa perda populacional.

Focalizando essas duas espécies críticas, sugere-se que a duplicação da BR-020 faça a transposição do Córrego do Brejinho, coincidentemente ponto crítico de atropelamentos e lugar onde ambas foram encontradas atropeladas, por meio de passagem superior ou projetando passagem seca para os canídeos, se forem utilizadas manilhas.

Sugere-se ainda que a localização e conteúdo das placas de advertência aos motoristas sejam revistos, bem como se intensifique a manutenção das mesmas, com limpeza e substituição em caso de incêndio ou vandalismo. Outros modelos de placas, como por exemplo *outdoors*, poderiam ser testados.

A capina da faixa de domínio da rodovia deve ser realizada a intervalos curtos e regulares, o que além de possibilitar a visualização das placas age na redução dos atropelamentos por permitir que animais e motoristas enxerguem uns aos outros a uma distância maior, e traz o benefício adicional de redução dos riscos de incêndios na estação seca.

Outras formas de publicidade visando conscientizar os motoristas sobre a questão, como matérias em programas de TV, jornais e revistas, podem atingir um público maior que eventualmente circula pelas rodovias estudadas e em outras, em todo o país.

Espera-se que as conclusões do presente trabalho apresentem subsídio ao trabalho do IBAMA e Ministério Público no acompanhamento da duplicação da BR-020, para que incorpore medidas mitigadoras realmente eficazes e sirvam como base para o mesmo cuidado em outras rodovias.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRESTI, A. 2002. **Categorical data analysis**. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, Inc.

ANDREASSEN, H. P.; GUNDERSEN, H.; STORAAS, T.; 2005. The effect of scent-marking, forest clearing, and supplemental feeding on moose-train collisions. **Journal of Wildlife Management**. 69(3): 1125-1132.

BAGER, A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a unidades de conservação: um estudo de caso. p. 159-172. In: BAGER, A. (org.). **Áreas protegidas: conservação no âmbito do Cone Sul**. Pelotas: Ed. do Autor.

BANK, F. G.; IRWIN, C. L.; EVINK, G. L.; GRAY, M. E.; HAGOOD, S.; KINAR, J. R.; LEVY, A.; PAULSON, D.; RUEDIGER, B.; SAUVAJOT, R. M. 2002. **Wildlife habitat connectivity across European highways**. Washington, DC: U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration.

BOARMAN, W. I. 1994. Effectiveness of fences and culverts for protecting desert tortoises along California State Highway 58. California: California Energy Commission, Contract N° 700-91-005, Phase 4; Task 3-3.

BRANDÃO, R. A.; DUAR, B. A.; SEBEN, A. 1998. Levantamento de Anfíbios na Estação Ecológica de Águas Emendadas. In: SEMINÁRIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. **Anais...** Brasília: FAPDF. p. 135-151.

BRASIL CHANNEL: Uma viagem pelo Brasil. 2004. **Quadro Natural e Áreas de Preservação**. Disponível em: <<http://www.brasilchannel.com.br/estados/index.asp?no-me=Distrito+Federal&area=quadro-natural>>. Acesso em: jun. de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2004. **Brasil Visto do Espaço**. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: maio de 2006.

BRASIL. Ministério dos Transportes. 2002. **Política Ambiental do Ministério dos Transportes**. Brasília: Comissão Permanente de Meio Ambiente do Ministério dos Transportes – CPMA / MT.

BUENO, A.; BELENTANI, S. C. S.; RIBEIRO, M. C. 2005. Wildlife road mortality in Triângulo Mineiro, southeastern Brazil. In: 19th Annual Meeting of the Society for Conservation Biology. **Anais...** Brasília, 2005.

CÂNDIDO-JR., J. F.; MARGARIDO, V. P.; PEGORARO, J. L.; D'AMICO, A. R.; MADEIRA, W. D.; CASALE, V. C.; ANDRADE, L. 2002. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 07. 2002. **Anais...** Fortaleza: Fundação O Boticário. p. 553-561.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. 2003. Fragmentação: Alguns Conceitos. In RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA – SBF, p 23-40.

CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON; K. E. 2003. Spatial Patterns and Factors Influencing Small Vertebrate Fauna Road-Kill Aggregations. **Biological Conservation**. 109: 15-26.

COSTA, S.; ALONZO, A.; TAMIOKA, S. 2001. **Modernização Negociada**: Expansão Viária e Riscos Ambientais no Brasil. Brasília: Edições IBAMA.

DUARTE, L. M. G. & BRAGA; M. L. S. (orgs.), 1998. **Tristes Cerrados**: sociedade e biodiversidade. Brasília: Paralelo 15.

EMMONS, L. H. 1990. **Neotropical Rainforest Mammals**: a Field Guide. Chicago: The University of Chicago Press.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOP, 1999. **Programa Estrada Viva - BR-262**: [Resumo Executivo]. Brasília: GEIPOP.

ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, L. 2003. **Bird casualties on European roads**: a review. Acta Ornithologica 38(2): 77-93.

FISCHER, W. A. 1997. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para conservação da região do Pantanal, MS**. 44 p. Tese (Doutorado). Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande - MS.

FIZON, J T.; MARCHIORO, N. P. X.; BRITEZ, R. M.; CABRAL, D. C.; CAMELY, N. C.; CANAVESI, V.; CASTELLA, P. R.; CASTRO, E. B. V.; CULLEN-JR., L.; CUNHA, M. B. S.; FIGUEIREDO, E. O.; FRANKE, I. L.; GOMES, H.; GOMES, L. J.; HREISEMNOU, V. H. V.; LANDAU, E. C.; LIMA, S. M. F.; LOPES, A. T. L.; NETO, E. M.; MELLO, A. L.; OLIVEIRA, L. C.; K. Y. ONO; N. W. V. PEREIRA; A. S. RODRIGUES; RUIZ, C. R.; SANTOS, L. F. G. L.; SMITH, W. S.; SOUZA, C. R. 2003. Causas Antrópicas. In: RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA - SBF. p. 65-99.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL; DALE; C. A.; V. H.; FAHRIG; L.; FRANCE; R.; GOLDMAN; C. R.; HEANUE; K.; JONES, J. A.; F. SWANSON; J.; TURRENTINE, T.; WINTER; T. C. 2002. **Road Ecology**: Science and Solutions. Washington: Island Press.

GOOGLE EARTH: A 3D INTERFACE TO THE PLANET. 2006. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: jan. de 2005.

GPS TRACK MAKER. Disponível em: <<http://www.gpstm.com>>. Acesso em: maio de 2004.

JACOB, A. A. 2002. **Ecologia e Conservação da Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) no Parque Estadual Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema, SP.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia, da Universidade de Brasília. Brasília.

JÁCOMO, A. T. A.; SILVEIRA, L.; CRAWSHAW, P. G. 1996. Impacto da Rodovia Estadual GO-341 sobre a fauna do Parque Nacional das Emas, Goiás. In: TERCEIRO CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. 174. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília.

JAEGER, J. A. G. & FAHRIG, L. 2003. Under what conditions do fences reduce the effects of transportation infrastructure on population persistence? In: TURCOTT, E. (ed.) PROCEEDINGS OF THE IENE CONFERENCE ON "HABITAT FRAGMENTATION DUE TO TRANSPORT INFRASTRUCTURE" Nov. 2003. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.iene.info>> Acesso em: set. de 2006.

LABARRÈRE, L. 1998. Apresentação. In: SEMINÁRIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVACAO AGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. **Anais...** Brasília: FAPDF.

LACERDA, A. C. R. 2002. **Análise de Ocorrência de *Canis familiaris* no Parque Nacional de Brasília:** Influência da Matriz, Monitoramento e Controle. 85 fl. Tese (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Brasília.

LAIST, D. W.; KNOWLTON, A. R.; MEAD, J.G; COLLET, A. S.; PODESTA, M; 2001. Collisions between ships and whales. **Marine Mammal Science**. 17: 35-75. United Kingdom: Blackwell Publishing.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. 2001. The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, 291:438 – 439.

MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; BIANCHI, C. A.; VIANNA, R. L.; SANTOS, A. J. B.; SAITO, C. H.; TIMMERS, J. F. 1998. Um Método de Análise das Áreas de Risco no Entorno de Unidades de Conservação: Estudo de Caso da Estação Ecológica Águas Emendadas, Brasília (DF), Brasil. In: SEMINÁRIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVACAO AGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. **Anais...** p. 43-58. Brasília: FAPDF.

MANTOVANI, J. E. 2001. **Telemetria convencional e via satélite na determinação da área de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do Estado de São Paulo.** 118 fl. Tese (Doutorado). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo.

MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F.H.G.; GUIMARÃES, M. (eds). 1998. **Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas:** história natural e ecologia em um fragmento de Cerrado do Brasil Central. Brasília: GDF/SEMATEC/IBAMA.

MMA, 2003. **Lista Nacional das espécies brasileira da fauna ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 25 de maio de 2006.

Miranda, E. E. de; Coutinho, A. C. (coord.), 2004. **Brasil Visto do Espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 25 maio de 2006.

NOVELLI, R.; TAKASE, E.; CASTRO, V. 1988. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da Rodovia BR-471, entre os Distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5 (3): 441 – 454.

NOWACEK, D.P.; JOHNSON, M. P.; TYACK, P. L. 2004. North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*) ignore ships but respond to alerting stimuli. **The Royal Society**. London: Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 271: 227-231.

OLIVEIRA, T. G. & Cassaro, K. 1997. **Guia de Identificação dos Felinos Brasileiros**. São Paulo: Sociedade de Zoológicos do Brasil.

OLIVEIRA, T. G., 1994. **Neotropical Cats: Ecology and Conservation**. São Luís: EDUFMA.

PEIXOTO, G. L. & COSTA-JR, W. J. da. 2004. A Rodovia BR-101 e seus impactos na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 10. 2004. Manejo. **Anais...** Curitiba: Fundação O Boticário. Rede Nacional Pró Unidades de Conservação. p. 307-315, vol. 1, t. 3.

PERES, C. A. & LAKE, I. R. 2003. Extent of Nontimber Resource Extraction in Tropical Forests: Accessibility to Game Vertebrates by Hunters in the Amazon Basin. **Conservation Biology**.17(2), 521-535(15).

PRADA, C. S, 2004. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo**: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. Tese (Mestrado). 129 fl. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo.

REIS, M. L. & MARINHO-FILHO, J. S. 1998. Estudo das Comunidades de Pequenos Mamíferos na Estação Ecológica Águas Emendadas (ESEC-AE) / DF. In: SEMINÁRIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO ÁGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. **Anais...** Brasília: FAPDF, p. 171-197.

RODRIGUES, F. H. G. 2002. **Biologia e Conservação do Lobo-Guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. Tese (Doutorado). 105 fl. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. São Paulo.

RODRIGUES, F. H. G.; HASS, A.; REZENDE, L. M.; PEREIRA, C. S.; FIGUEIREDO, C. F.; LEITE, B. F.; FRANÇA, F. G. R. 2002. Impacto de Rodovias sobre a Fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 07. 2002. **Anais...** Fortaleza: Fundação O Boticário. p. 171-197.

SANTOS, A. M. & TABARELLI, M. 2002. Distance from Roads and Cities as a Predictor of Habitat Loss and Fragmentation in the Caatinga Vegetation of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. 62(4B): 897-905.

SCHAEFER, J.; MAZZOTTI, F. J.; HUEGEL, C. 1993. **Highways and Wildlife: Problems and Solutions**. Gainesville, Flórida: Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.

SEILER, A. & HELLDIN, J. O. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. In: DAVENPORT J. & DAVENPORT J.L. (eds.). **The ecology of transportation: managing mobility for the environment**. Ireland: University College Cork. p. 165-190.

SEILER, A. 2003. **The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden**. Tese (Doutorado). 48 fl. Swedish University of Agricultural Sciences. Upsala, Suécia.

SEILER, A.; HELLDIN, J. O.; ECKERSTEN, T. 2003. Road mortality in Swedish Badgers - Effect on population. SEILER, A. 2003. **The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden**. Tese (Doutorado). 48 fl. Swedish University of Agricultural Sciences. Upsala, Suécia.

SOARES-FILHO, B. S.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M. D. C.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L; Voll, E. 2004. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon Highway: the Santarém-Cuiabá corridor. **Global Change Biology**. v. 10: 745-764.

STENMAN, O. J. & STERNER, T. 1998. What is the scope for environmental road pricing? In: BUTTON, K. J. & E. T. Verhoef. **Road Pricing, Traffic Congestion, and the Environment: Issues of Efficiency and Social Feasibility**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing. p. 150-170.

TERBORGH, J.; vanSCHAICK, C., L, Davenport; Rao, M. (orgs.), 2002. **Tornado os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: Editora da UFPR / Fundação O Boticário.

TROMBULAK, S. C. & FRISSEL, C. A. 2000. **Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities**. Conservation Biology 14 (1): 18-30.

UNITED STATES. Transportation Research Board. 2002. **Interaction between roadways and wildlife ecology: a synthesis of highway practice**. Washington: National Cooperative Highway Research Program.

VAN DER GRIFT, E. A. 2001. The Impacts of Railroads on Wildlife. In: **The Road RIPorter**, November/December, v. 6.6. Missoula, Montana: Wildlands CPR. Disponível em: <<http://www.wildlandscpr.org/databases/bibliionotes/biblio6.6.html>>. Acesso em: mar. de 2006.

VIEIRA, E. M. 1996. Highway mortality of mammals in Central Brazil. **Ciência e Cultura**. 48: 270-272.

VIEIRA, M. V.; FARIA, D. M.; FERNANDEZ, F. A. S.; FERRARI, S. F.; FREITAS, S. R.; GASPAR, D. A.; MOURA, R. T.; OLIFIERS, N.; OLIVEIRA, P. P.; PARDINI, R.; PIRES, A. S.; RAVETTA, A.; MELLO, M. A. R.; RUIZ, C. R.; SETZ, E. Z. F. 2003. Mamíferos. In: RAMBALDI, D. M. e OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas**: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA - SBF. p. 124-151.

ANEXO II

Pontos georreferenciados por GPS de marcos referenciais e das ocorrências de atropelamentos entre 24.04.2004 e 14.08.2005, e outros pontos notáveis das rodovias do entorno da ESECAE. Datum = South American Datum 1969 (SAD 69).

Coordenadas UTM Zona 23L		
Códigos	S	W
020	-15.5853695143014	-47.5720532052219
020DUP	-15.5953456554562	-47.6492329314352
020FIM	-15.5979292094708	-47.6755654346198
020INI	-15.5855576880276	-47.5720724835992
020X	-15.5960652418435	-47.6716473139823
031	-15.5760921724141	-47.6715150475502
032	-15.5642121657729	-47.6594130042941
034	-15.5972332600504	-47.629635790363
036	-15.5910736508668	-47.58979476057
038	-15.5511517357081	-47.5487175676972
040	-15.5759078543633	-47.671366520226
041	-15.5399016290903	-47.6344965398312
042	-15.5196926929057	-47.5496724341065
0AV	-15.5914624035359	-47.5910398922861
128INI	-15.5966763664037	-47.6761973462999
205	-15.5284860637039	-47.6217453181744
205INI	-15.5283809546381	-47.6217035762966
345	-15.5201963614673	-47.5305056199432
345INI	-15.5199467483908	-47.5311531219632
ANUB	-15.5925872549415	-47.5957480911166
ANUB2	-15.5979090929032	-47.6225228235126
ANUB3	-15.5338257551193	-47.6280305720866
AV205	-15.5196559801698	-47.5408960785717
AV4128	-15.5637265183032	-47.658945126459
AVE	-15.5311474017799	-47.534752311185
AVE10	-15.560766030103	-47.6558253820986
AVE11	-15.5481815245003	-47.6429078634829
AVE12	-15.591465421021	-47.5910270679743
AVE13	-15.5482201650739	-47.5464360974729
AVE14	-15.5897737015039	-47.6802665926516
AVE15	-15.5642049573362	-47.6593549177051
AVE16	-15.5964538268745	-47.60867793113
AVE17	-15.5975956097245	-47.6249987538904
AVE18	-15.5904295854271	-47.6800101064146
AVE19	-15.5693350173533	-47.6648151408881

(Continuação) Coordenadas UTM Zona 23L

AVE2	-15.540127940476	-47.5401338282973
AVE20	-15.5653326585889	-47.6606262847782
AVE205	-15.5196190997958	-47.5416808761657
AVE21	-15.5887077748776	-47.5818840879947
AVE22	-15.5316252540797	-47.6256641931832
AVE23	-15.585976280272	-47.6804100908339
AVE24	-15.5434270575643	-47.6380237285048
AVE25	-15.5194440018386	-47.5400438066572
AVE26	-15.5500839650631	-47.5480993185193
AVE27	-15.5681470502168	-47.5620460510254
AVE28	-15.592110157013	-47.5933391321451
AVE29	-15.5950038414449	-47.6037501264364
AVE3	-15.5448533222079	-47.5439498573542
AVE30	-15.5955336615443	-47.6474913395942
AVE31	-15.5321905296296	-47.6265698578209
AVE32	-15.5968213733286	-47.6099024433643
AVE34	-15.5301247257739	-47.5343125127256
AVE35	-15.5616980977357	-47.5569739099592
AVE36	-15.5850152112544	-47.5720206834376
AVE37	-15.5972211901099	-47.6296541467309
AVE38	-15.5923987459391	-47.5936462450773
AVE39	-15.5913231801242	-47.5906265806407
AVE4	-15.574384778738	-47.6698162034154
AVE40	-15.5372759979218	-47.5379297230393
AVE41	-15.5535383988172	-47.6485610380769
AVE42	-15.5279231350869	-47.5335459876806
AVE43	-15.5424709338695	-47.6371332351119
AVE45	-15.5496324319393	-47.6443259138614
AVE46	-15.531993387267	-47.6263327337802
AVE47	-15.5431973934174	-47.5426603853703
AVE48	-15.5472709983587	-47.5458129029721
AVE49	-15.5536300968379	-47.5507004745305
AVE5	-15.5196272302419	-47.539696879685
AVE50	-15.5963516514748	-47.6387187559158
AVE51	-15.5963587760925	-47.6386836357415
AVE52	-15.5960069037974	-47.6431825384498
AVE53	-15.5382801499218	-47.6326848752797
AVE54	-15.583872506395	-47.6793664600701
AVE55	-15.5842118058354	-47.6797107048333
AVE56	-15.5965601094067	-47.6088889874518
AVE57	-15.575959738344	-47.6713956892491
AVE58	-15.575103610754	-47.6704899407924
AVE59	-15.5483152996749	-47.546449508518
AVE6	-15.5914137884975	-47.6794762630016

(Continuação) Coordenadas UTM Zona 23L

AVE60	-15.5970819666982	-47.6103319320828
AVE61	-15.5485478974879	-47.6434477418662
AVE62	-15.5747560970485	-47.6702465303243
AVE63	-15.5417016427964	-47.5413878448308
AVE64	-15.5955138802529	-47.6471958775074
AVE65	-15.5615952517837	-47.6566097605974
AVE66	-15.5957110226154	-47.6464237365872
AVE67	-15.5310007184744	-47.6251015998424
AVE68	-15.536039667204	-47.6305002998561
AVE69	-15.5911733116955	-47.5902847666294
AVE7	-15.5493566673249	-47.644150396809
AVE70	-15.5966727621853	-47.6377511490137
AVE71	-15.5967362131924	-47.6363170892001
AVE72	-15.5973222758621	-47.628850992769
AVE73	-15.570008251816	-47.6652433723212
AVE74	-15.5778753384948	-47.6735918316991
AVE75	-15.5878249928355	-47.5788101926446
AVE8	-15.5714295711368	-47.6667418889702
AVE9	-15.5711825564504	-47.6665437407792
BAT01	-15.5644715018571	-47.6595114078373
BEJFL	-15.5392183363438	-47.5394276529551
BEJFL2	-15.53198014386	-47.534865802154
BEJFL3	-15.5493425857276	-47.6441120076925
BEZ205	-15.5197027511895	-47.5751892104745
CANID	-15.5703055579215	-47.6656120922417
CAO020	-15.5866153165698	-47.5746756512672
CAO10	-15.5979401059449	-47.6133375987411
CAO11	-15.5659032147378	-47.6612170413137
CAO12	-15.5629747454077	-47.5579771399498
CAO13	-15.5955436360091	-47.6464589405805
CAO14	-15.5947939585894	-47.6774006523192
CAO15	-15.534144686535	-47.628486212343
CAO2	-15.596589781344	-47.635970665142
CAO3	-15.597448758781	-47.6746493764222
CAO4	-15.5966230574995	-47.6363874971867
CAO5	-15.5981431156397	-47.6185269188136
CAO6	-15.596079910174	-47.6071968488396
CAO7	-15.5293254274875	-47.6234683860094
CAO8	-15.5917838495225	-47.6793562341482
CAO9	-15.59556174092	-47.6686745043844
CARCAR	-15.555342938751	-47.5521629489959
CAT02	-15.5943368095905	-47.6650595571846
CAT3	-15.5959353223443	-47.6425996609033
CAT345	-15.5529533419758	-47.5503382086754

(Continuação) Coordenadas UTM Zona 23L

CAT4	-15.5514585133642	-47.6463275961578
CAT5	-15.5964850075543	-47.6762566063554
CAT6	-15.5203077569604	-47.5312402099371
CAT7	-15.5992650333792	-47.6772559806705
CAT8	-15.537931881845	-47.6324571389705
CAT9	-15.5955098569393	-47.6694680191577
CAVALO	-15.5917357373983	-47.5920477323235
CERDOC	-15.5925123207271	-47.5956204347313
CORFUM	-15.5952388700098	-47.6691409572959
CVERGD	-15.5198078602553	-47.5682181492448
GALICT	-15.581459691748	-47.5719895865769
GAMBA	-15.5847080983222	-47.5721573922784
GAMBA2	-15.5489178746939	-47.6436473149807
GAMBA3	-15.5399338994175	-47.6344845537097
GAMBA4	-15.5468757916242	-47.6416062377394
GAMBA6	-15.594816505909	-47.6024680305273
LAGAR	-15.5483210831881	-47.6432158146054
MAM020	-15.5943206325174	-47.601301856339
MAM128	-15.5756156612188	-47.6712975371629
MAM345	-15.5604131519795	-47.556111579761
MAM4	-15.5554703436792	-47.6503039710224
MAM5	-15.5847825296223	-47.5721313245595
MAM6	-15.5969159211964	-47.6096430234611
MAM7	-15.5962244980037	-47.6409017387778
MAZAMA	-15.5196158308536	-47.5769211631269
PEGFEZ	-15.5274029541761	-47.6164306048304
PENAS	-15.5196691397578	-47.56970400922
POMBA2	-15.5951432324946	-47.6539801899344
PSITA	-15.5470985826105	-47.5457090511918
QUELON	-15.585384266451	-47.5720953661949
RAP1	-15.519690848887	-47.5828594900668
RAP2	-15.5910750757903	-47.5897821877152
RATO	-15.5773202050477	-47.6728253904731
RATO2	-15.5967037752271	-47.6763478014619
RATO3	-15.5350251216442	-47.6293258275837
REP	-15.5794493760914	-47.6749071199447
SAPO	-15.542231798172	-47.6367302332074
SAPO06	-15.5741221737117	-47.6695183105767
SAPO07	-15.5773253180087	-47.5691427569837
SAPO2	-15.5762409511954	-47.6718826778233
SAPO3	-15.5869174003601	-47.6805584505201
SAPO4	-15.5947232991457	-47.6022544596345
SAPO5	-15.5301793757826	-47.6244068238885
SER	-15.5877907108516	-47.6805356517435

(Continuação) Coordenadas UTM Zona 23L

SER10	-15.5196669604629	-47.5624084006995
SER11	-15.5948732513935	-47.677392018959
SER12	-15.5675996281207	-47.6630245149136
SER13	-15.5196840595454	-47.5496741104871
SER14	-15.5343871749938	-47.5359258614481
SER2	-15.5764061585069	-47.6718467194587
SER3	-15.5970044340938	-47.6310434471816
SER4	-15.5913163069636	-47.6794741675258
SER5	-15.5195372924209	-47.5854323152453
SER6	-15.5300310160965	-47.6244277786464
SER7	-15.5982519965619	-47.6170629356057
SER8	-15.5297217238695	-47.6238726451993
SER9	-15.5651772581041	-47.6604658551515
SERVIV	-15.5277705844492	-47.6178779918701
SILV	-15.5641783867031	-47.6593125052751
TATU	-15.5968341976404	-47.6098097395152
TIZIU	-15.5897969193757	-47.6803207397461
TIZIU2	-15.5868101958186	-47.6804983522743

ANEXO III

Número de ocorrências de animais atropelados de acordo com a data de amostragem, em cada rodovia do entorno da ESECAE.

Dias de amostragens	BR-020	DF-128	DF-205	DF-345	Total
24-abr-04	2			1	3
11-jul-04			1	1	2
25-jul-04		1		1	2
1-ago-04				3	3
8-ago-04				1	1
9-ago-04	1				1
15-ago-04	2				2
22-ago-04	1				1
28-ago-04	1	1			2
8-set-04	1				1
12-set-04					
19-set-04			2		2
26-set-04		1		1	2
9-out-04			1		1
16-out-04		2			2
23-out-04	2	4			6
31-out-04	2	2		2	6
6-nov-04	3	3			6
14-nov-04	1	4		1	6
20-nov-04		1			1
5-dez-04	7	4	1	3	15
11-dez-04	3	2			5
14-dez-04			1		1
19-dez-04	1	5		3	9
29-dez-04		2	1		3
7-jan-05	4	1		1	6
16-jan-05	1	1		2	4
24-jan-05		1			1
26-fev-05	2	4		5	11
6-mar-05	2	4			6
13-mar-05	1				1
20-mar-05	1	4	1	2	8
27-mar-05					
2-abr-05	1	1			2
17-abr-05	2	3		1	6
24-abr-05		3			3
1-mai-05	1	1			2
7-mai-05	1	1		1	3
15-mai-05	2	5			7
29-mai-05	2			1	3
5-jun-05	5	5	1		11
11-jun-05		2			2
19-jun-05		1			1
2-jul-05			1		1
9-jul-05	1	1		1	3
10-jul-05	2	1			3
7-ago-05					
14-ago-05		2		1	3
Total geral	55	73	10	32	170