RELATÓRIO TÉCNICO

IMPACTO DE ATROPELAMENTOS DE ANTA BRASILEIRA (*Tapirus terrestris*), ENTRE 2013 E 2019, EM RODOVIAS ESTADUAIS E FEDERAIS DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

INICIATIVA NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA ANTA BRASILEIRA (INCAB)

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (IPÊ)

Medici, E.P.; Testa-José, C.; Fernandes-Santos, R.C.; Canena, A.C.; Abra, F.D.

Agosto 2019

ÍNDICE

1	Introdução	03
1.1	Impacto de Estradas e Rodovias sobre o Meio Ambiente Natural	03
1.2	Colisões com Fauna e a Segurança dos Usuários	05
1.3	A Anta Brasileira (Tapirus terrestris)	07
1.4	a Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ)	10
2	Área de Estudo	12
3	Atropelamentos Documentados	14
3.1	Metodologias de Monitoramento de Rodovias	14
3.2	Determinação de Hotspots de Atropelamento	24
3.3	Acidentes Rodoviários Documentados Envolvendo Anta Brasileira	26
4	Base Jurídica de Proteção à Fauna Silvestre Brasileira	29
5	Medidas de Mitigação	31
6	Considerações Finais	32
7	Referências Bibliográficas	33

1. INTRODUÇÃO

1.1. Impacto de Estradas e Rodovias sobre o Meio Ambiente Natural

O desenvolvimento urbano e a construção de ferrovias, rodovias e estradas - chamados empreendimentos lineares - estão entre as alterações ambientais que causaram os maiores impactos nas paisagens naturais no século XX em todo o mundo, incluindo grandes mudanças nas populações animais (LODÉ, 2000; BERGALLO *et al*., 2001; BOND & JONES, 2008). De maneira geral, os projetos viários (*e.g.* rodovias, ferrovias, linhões e adutoras) são considerados obras que representam benefício social e econômico para a região e melhoram a qualidade de vida de seus habitantes, constituindo assim um elemento importante do processo de desenvolvimento (CAIN *et al.*, 2003; ARROYAVE & GÓMEZ, 2006).

Há algumas décadas, não se fazia qualquer menção ao impacto ambiental negativo dessas construções e tampouco durante sua operação (PRADA, 2004). No entanto, a construção de novas rodovias, particularmente intensa no último século nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, permitiu a expansão da rede viária até as mais remotas áreas naturais remanescentes, resultando muitas vezes na disjunção das relações ecológicas nos ecossistemas por elas cortados (TROCME, 2003).

A maior conscientização sobre os danos das ações humanas ao meio ambiente e a busca de formas mais racionais de uso dos recursos fortaleceu-se a partir dos anos de 1970-80 nos países desenvolvidos e seguiu-se no restante do mundo em desenvolvimento. As exigências de estudos sobre os impactos causados por grandes obras, dentre elas, as rodovias, abriu um novo campo de estudo, a Ecologia de Estradas. Essa nova área de conhecimento firmou-se como uma disciplina a partir de 2003, quando foi publicado o livro "*Road Ecology: Science and Solutions*" de Richard Forman (BECKMANN *et al.,* 2010) com o propósito de explorar a ampla relação entre o ambiente natural e o sistema rodoviário. Atualmente os empreendimentos rodoviários são considerados um dos maiores causadores da perda de biodiversidade (HUI SHI *et al.,* 2018; ABRA *et al.,* 2019).

Vários impactos negativos causados por estradas e rodovias afetam direta ou indiretamente a integridade biótica, causando danos significativos, como por exemplo: facilitação da dispersão de espécies exóticas por meio dos corredores lineares, alterações de ciclos hidrológicos devido a interrupções na drenagem, mudanças microclimáticas devido à

pavimentação – a qual tende a aumentar as temperaturas locais e diminuir a umidade do ar, poluição atmosférica devida à produção de gases tóxicos e material particulado, produção de ruído, contaminação das águas e do solo, perda e degradação de habitats, fragmentação de ambientes naturais (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TROMBULAK & FRISSELL, 2000; FORMAN *et al.*, 2003; IUELL *et al.,* 2003; ARROYAVE & GÓMEZ, 2006; GOOSEM, 2007). Para a fauna silvestre, dois impactos principais estão associados, a perda de indivíduos por atropelamentos e o efeito barreira (BECKMANN *et al*., 2010). Estas interferências são ainda mais preocupantes sobre populações de mamíferos de médio e grande porte, como é o caso da anta-brasileira, que possuem grandes áreas de vida, porém com baixa densidade populacional e baixas taxas reprodutivas (ASCENSÃO *et al.,* 2017; BRUM *et al.,* 2018).

Apesar da problemática de acidentes rodoviários com animais silvestres ser antiga (DEVOS, 1949; DICKERSON, 1939; JAHN, 1959; STONER, 1925; WASHBURN, 1927), ela tem aumentado consideravelmente durante o século 20 por conta do aumento de número de veículos, de rodovias e das velocidades permitidas (CLEVENGER & KOCIOLEK, 2006).

Estima-se que um milhão de vertebrados são mortos diariamente por atropelamento nas rodovias dos Estados Unidos (FORMAN & ALEXANDER, 1998; BECKMANN *et al.,* 2010). No Brasil, existem algumas estimativas do número de atropelamentos de vertebrados terrestres para a malha rodoviária: DORNAS *et al.* (2012) estimam que a partir da taxa de atropelamento de 8,65 animais/km (±26,37) de 47 trabalhos analisados, multiplicado pelos 1,7 milhões de quilômetros, dos quais 6% a 10% são pavimentados, a representação numérica dos atropelamentos chegaria em 14,7 (± 44,8) milhões de atropelamentos/ano nas rodovias do território brasileiro. O Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE, 2016) estima que, no Brasil, a cada segundo quinze animais são mortos por atropelamento, rendendo por ano uma estimativa de 465 milhões de indivíduos mortos. Especificamente no bioma Cerrado, o epicentro do desenvolvimento econômico no pais, existem diversos estudos recentes que demonstram a problemática e expõem o número de espécimes perdidos devido aos atropelamentos, inclusive no estado do Mato Grosso do Sul (CÁCERES *et al.,* 2010; CUNHA *et al.,* 2010; CARVALHO *et al.,* 2014; CARVALHO *et al.,* 2015; BRAZ & FRANÇA, 2016; ASCENSÃO *et al.*, 2017; FISCHER *et al.,* 2018; BRUM *et al.,* 2018). Ainda, vale ressaltar que os números apresentados não necessariamente representam a totalidade, uma vez que as carcaças nem sempre são detectáveis devido a predação post-mortem ou porque o animal atropelado pode ter se deslocado para fora da rodovia antes de morrer (BRUM *et al.*, 2018).

1.2. Colisões com Fauna e a Segurança dos Usuários

Sobre as questões envolvendo a segurança do usuário, vários estudos foram realizados em diversos países, principalmente da América do Norte e Europa. De acordo com o Departamento de Transportes do Canadá, somente no ano 2000 houve 30.000 colisões envolvendo veículos automotores e animais nas rodovias do país, sendo que 23 foram fatais, 1.887 causaram ferimentos nos usuários e 28.826 acidentes causaram apenas prejuízos financeiros aos condutores (CLEVENGER & KOCIOLEK, 2006). Estima-se que a cada 4-8 horas algum animal de grande porte adentra as rodovias dos pais, causando grandes preocupações (CLEVENGER & KOCIOLEK, 2006).

Em 2007, quase dois milhões de acidentes envolvendo veículos automotores e mamíferos de grande porte foram contabilizados nos Estados Unidos, causando um prejuízo de US$ 8,3 bilhões (HUIJSER *et al.,* 2007). Na França, a média de pessoas mortas em acidentes envolvendo ungulados é de aproximadamente 50 por ano e quase 2500 pessoas feridas nesse tipo de colisão (BRUINDERINK & HAZEBROEK, 1996). Somente na Europa (exceto a Rússia), foi estimado mais de 500.000 colisões por ano, resultando em 300 acidentes fatais e gastos maiores que 1 bilhão de dólares em prejuízos financeiros (DANIELSON & HUBBARS, 1998).

Colisões envolvendo veículos e mamíferos de grande porte são extremamente perigosos para integridade dos envolvidos (HUIJSER *et al.,* 2016). No Brasil, além de animais domésticos como bovinos, equinos, asininos e muares, uma espécie silvestre que é intimamente ligada à segurança do usuário é a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), podendo causar prejuízos financeiros e vítimas fatais. De acordo com Huijser *et al.* (2013), em sete rodovias paulistas concessionadas monitoradas por cinco anos, totalizando 786 km, foram amostrados 1.627 animais atropelados, sendo que as capivaras representaram 28% deste total (N=462), sendo o mamífero de grande porte mais atropelado no estudo. Em função de sua massa corporal e abundância de indivíduos, a colisão da espécie com veículos automotores causa sérios acidentes, resultando em prejuízos financeiros e até mesmo vítimas fatais (UOL Notícias 2011). Da mesma forma, a anta brasileira, devido ao seu tamanho e outros fatores de susceptibilidade, gera grande potencial de danos humanos e materiais no caso de colisões.

Segundo estudo realizado no estado de São Paulo (ABRA *et al.,* 2019), de acordo com os dados da Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo, de 2003 a 2013 ocorreram 28.724 acidentes envolvendo animais em rodovias. Desses, 483 em média causaram danos humanos,

totalizando 201 mortes de pessoas). Entre diversas categorias de acidentes rodoviários, como por exemplo colisão frontal, lateral, transversal, traseira, atropelamento de pedestres, capotamento e engavetamento, os acidentes provocados por animais em rodovias representam a única categoria de acidente que demanda a indenização do usuário por parte do administrador rodoviário. Apesar de acidentes envolvendo animais representarem apenas 3,3% do total de acidentes do estado, estima-se que R$56.550.642 são gastos anualmente a fim de indenizar usuários por danos materiais, morais e estéticos, além dos lucros cessantes. A análise de tais custos públicos e privados expendidos em indenizações aos usuários pode demonstrar que seria mais estratégico mitigar acidentes específicos envolvendo a fauna, instalando medidas eficientes como passagens inferiores e superiores de fauna, cercas e sinalização adequada do que pagar indenizações. Tais indenizações estão previstas em Leis Federais como o Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8078/1990) e a própria Constituição Federal (1988).

1.3. A Anta Brasileira (*Tapirus terrestris*)

A anta brasileira, também conhecida como anta sul-americana ou anta de terras baixas, pertence à Família Tapiridae da Ordem Perissodáctila e é aparentada de equinos e rinocerontes. A espécie tem ampla distribuição geográfica desde o Norte da Colômbia a Leste da Cordilheira dos Andes seguindo através de toda a América do Sul tropical por 11 países incluindo Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela. A espécie ocorre primordialmente em florestas tropicais baixas e ambientes ripários (próximos à água), mas pode também ser encontrada em habitats mais secos tais como o Chaco Boliviano e Paraguaio. No Brasil, a anta ocorre principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal.

A anta brasileira é o maior mamífero terrestre da América do Sul. Adultos chegam a pesar 300 quilos, com cerca de 1,10 m de altura e, em alguns casos, mais de 2 m de comprimento. As fêmeas são, em geral, maiores do que os machos. Possui uma crina curta e estreita ao longo de todo o pescoço, pelagem acinzentada, curta e áspera. Possui uma probóscide, que utiliza para a alimentação (FIGURA 1).

A anta é um animal solitário, embora seja relativamente comum avistar mais de um indivíduo, nestes casos sendo macho e fêmea em pares reprodutivos ou fêmeas com filhote. É um animal noturno/crepuscular e realiza boa parte de suas atividades de forrageamento e alimentação durante o amanhecer, nas primeiras horas do dia, descansando durante as horas mais quentes do dia escondida em algum local protegido na floresta, e retomando suas atividades ao entardecer.

Seu habitat predominante é a floresta, sobretudo florestas ao longo de corpos de água (florestas riparias ou de galeria). Entretanto, utiliza-se de outros tipos de habitat para buscar alimentos e viajar entre diferentes partes de sua área de uso, a qual é imensa, em média de mais de 500 hectares. Outro aspecto importante de sua ecologia espacial é que a anta compartilha grande parte de sua área de uso com outras antas vivendo nas proximidades, não apresentando quaisquer indícios de defesa de território.

A anta movimenta-se muito e a longas distâncias dentro de sua área de uso e entre fragmentos de habitat, desta forma conectando esses fragmentos. Por esta razão, é conhecida como DETETIVE ECOLÓGICO ou ESPÉCIE PAISAGEM. É um animal que nos ajuda a compreender as inter-relações existentes nesse mosaico de habitats.

Sua reprodução é bastante lenta. A gestação dura cerca de 13-14 meses, nascendo um único filhote. Após o nascimento, a fêmea pode demorar cerca de 4-5 meses para entrar no cio novamente. Uma fêmea deve produzir um filhote a cada um ano e meio ou até mesmo dois anos. A taxa de mortalidade de filhotes na natureza é alta, sendo que estes estão mais susceptíveis a predadores. Machos e fêmeas de anta atingem sua maturidade sexual com cerca de quatro anos de idade e estima-se que vivam cerca de 22-24 anos na natureza.

A anta é um animal herbívoro, alimentando-se sobretudo de frutos, brotos e folhas. Os frutos consumidos pela anta são engolidos inteiros, juntamente com suas sementes. Quando passam pelo trato digestivo do animal, essas sementes têm sua capacidade de germinação potencializada. Desta forma, a anta tem um papel fundamental na dispersão de sementes pela floresta, transportando essas sementes em seu estômago para locais diferentes dentro de suas áreas de uso. Por esta razão, a anta é conhecida como a JARDINEIRA DA FLORESTA.

A anta brasileira está globalmente classificada pela Lista Vermelha da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* - como VULNERÁVEL À EXTINÇÃO (IUCN Red List of Threatened Species 2019). A Lista Vermelha Nacional do ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MEDICI *et al*., 2012) classifica o estado de conservação da espécie separadamente por biomas:

Amazônia - **QUASE AMEAÇADA** - Principais ameaças: Caça, em geral de subsistência, realizada em grande escala pelas comunidades locais de forma não sustentável; desmatamento.

Caatinga - **LOCALMENTE EXTINTA**

Cerrado - **AMEAÇADA** - Principais ameaças: Desmatamento/fragmentação para fins de produção agropecuária; atropelamentos em rodovias.

Mata Atlântica - **AMEAÇADA** - Principais ameaças: Fragmentação já existente no bioma, causando o isolamento de populações de anta pela falta de conectividade da paisagem; atropelamentos em rodovias.

Pantanal - **QUASE AMEAÇADA** - Principais ameaças: Transformação do sistema tradicional pantaneiro de pecuária extensiva em formas mais intensivas de produção, envolvendo substituição de pastagens nativas por pastagens exóticas e impacto de maiores quantidades de gado nas florestas.

Devido aos efeitos do pequeno tamanho populacional da anta e taxas reprodutivas intrinsicamente baixas, a recuperação de uma população impactada é bastante lenta. Quaisquer impactos sofridos sejam eles desmatamento, fragmentação, caça, atropelamento em rodovias, fogo dentre outros, têm efeitos drásticos nas populações. Conforme mencionado acima, a anta desempenha um papel de extrema importância nos processos de formação e manutenção da biodiversidade, atuando de forma crítica para processos ecológicos chave tais como a dispersão de sementes (MEDICI, 2011).

Declínios populacionais e extinções locais podem desencadear efeitos adversos nos ecossistemas, afetando os processos ecológicos e eventualmente comprometendo a integridade e biodiversidade desses ecossistemas. Por todas essas razões, é necessário que tenhamos em vista a necessidade urgente de estabelecer esforços conservacionistas focados na anta brasileira visando a implementação de programas de pesquisa, conservação e manejo da espécie em todos os biomas e países de ocorrência.

FIGURA 1. Indivíduo adulto, macho, de anta brasileira, *Tapirus terrestris*.

1.4. A Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ)

Em junho de 1996, a pesquisadora e conservacionista Patrícia Medici, uma das fundadoras do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), estabeleceu um programa de pesquisa e conservação da anta brasileira na Mata Atlântica do Pontal do Paranapanema, Município de Teodoro Sampaio, Estado de São Paulo. A região inclui duas áreas protegidas, o Parque Estadual Morro do Diabo com 35.000 hectares, um dos últimos remanescentes significativos de Mata Atlântica do Interior, a Estação Ecológica Mico-Leão-Preto com 5.500 hectares, e diversos outros fragmentos de floresta no entorno dessas áreas perfazendo um total adicional de cerca de 6.000 hectares de florestas. A Mata Atlântica Brasileira é um dos biomas mais ameaçados do planeta. A área original coberta por esse bioma era de 1.300.000km² (12% do território brasileiro) que hoje está reduzido a cerca de 7% do seu tamanho original.

Entre 1996 e 2007, o Programa Anta Mata Atlântica teve como foco principal a obtenção de dados sobre as populações de anta brasileira na região do Pontal do Paranapanema. Trinta e cinco antas foram capturadas, sendo que 25 delas (13 fêmeas e 12 machos) foram equipadas com transmissores de rádio telemetria e monitoradas ao longo de 12 anos. Resultados deste monitoramento de longo prazo incluem tamanho de área de uso, tamanhos de áreas de maior intensidade de uso, sobreposição de área de uso, aspectos de organização social e reprodução, uso sazonal de diferentes tipos de habitat, padrões de atividade e padrões de movimentação pela paisagem fragmentada. Centenas de amostras biológicas foram coletadas, gerando informações sobre o estado genético e epidemiológico da espécie, bem como aspectos de ecologia alimentar e dispersão de sementes.

O Programa Anta Mata Atlântica do IPÊ foi a primeira iniciativa de longo-prazo para a pesquisa e conservação da anta brasileira no Brasil e no mundo, o que nos permitiu o estabelecimento de uma enorme base de dados sobre o status de conservação da espécie na Mata Atlântica. A abordagem principal do programa foi a pesquisa das antas no contexto da paisagem, usando esses animais como 'detetives ecológicos' no processo de identificação e mapeamento das principais rotas de movimentação pela paisagem, e consequentemente as áreas potenciais para o estabelecimento de corredores e/ou trampolins ecológicos como ferramentas de restabelecimento de conectividade do habitat. Como consequência, o IPÊ vem utilizando estas informações para influenciar o processo de restauração de áreas importantes

para a anta na região, bem como promover a criação de novas áreas protegidas. Adicionalmente, essas informações foram utilizadas para o desenvolvimento de um Plano de Ação Regional para a Pesquisa, Conservação e Manejo da Anta Brasileira na Mata Atlântica, plano este que está em processo de implementação e que será reavaliado em 2019.

Em 2008, a equipe considerou ter chegado o momento de usar a experiência adquirida na Mata Atlântica para expandir seus esforços de pesquisa e conservação da espécie para outros biomas brasileiros e foi então estabelecida a Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB). A primeira parada após a Mata Atlântica foi o Pantanal, onde as ameaças e problemáticas de conservação para a espécie são bastante diversas e onde nunca havia sido realizado um estudo de longo-prazo sobre a anta. A meta primordial do Programa Anta Pantanal, estabelecido na Fazenda Baía das Pedras, na Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul, é obter resultados sobre o status demográfico, genético e sanitário das antas, bem como manter um programa de pesquisa de longo-prazo visando subsidiar a formulação de recomendações para a conservação da espécie nos níveis regional, nacional e de distribuição.

Em 2015, a INCAB expandiu suas atividades uma vez mais, através do estabelecimento do Programa Anta Cerrado, também no Mato Grosso do Sul, cujo objetivo é avaliar o impacto de diferentes ameaças nas populações de anta brasileira na região. Essas ameaças incluem atropelamentos em rodovias, desmatamento, fogo, expansão do agronegócio, particularmente cana de açúcar, soja e milho, contaminação por agrotóxicos, caça dentre outras. A meta principal é mitigar essas ameaças.

Através do estabelecimento de iniciativas de pesquisa e conservação da anta em diferentes biomas brasileiros, a INCAB visa criar uma perspectiva comparativa para a conservação da espécie. Com isto, será possibilitado um maior entendimento sobre este animal em diferentes biomas, com diferentes matrizes de paisagem e sob diferentes níveis de distúrbio ambiental. Assim, será possível compreender profundamente a ecologia do animal e suas necessidades em termos de conservação, bem como avaliar a importância e magnitude dos fatores ecológicos afetando as diferentes populações existentes no país. Finalmente, teremos todas as ferramentas necessárias para promover o desenvolvimento e efetiva implementação de estratégias de conservação e manejo para populações específicas de anta brasileira por toda a sua área de distribuição na América do Sul.

2. ÁREA DE ESTUDO

O estado do Mato Grosso do Sul possui cerca de 55.000 quilômetros de estradas e 8.000 quilômetros de rodovias. O Código Brasileiro de Trânsito (2006) diferencia estradas e rodovias, sendo as estradas as vias rurais não pavimentadas e rodovias as vias rurais pavimentadas. Os biomas contidos no estado são Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal.

A área de abrangência na qual foram conduzidos os estudos de atropelamento apresentados neste relatório inclui 28 trechos de rodovias, estaduais e federais, para uma extensão total de pouco menos de 6.000 quilômetros (TABELA 1).

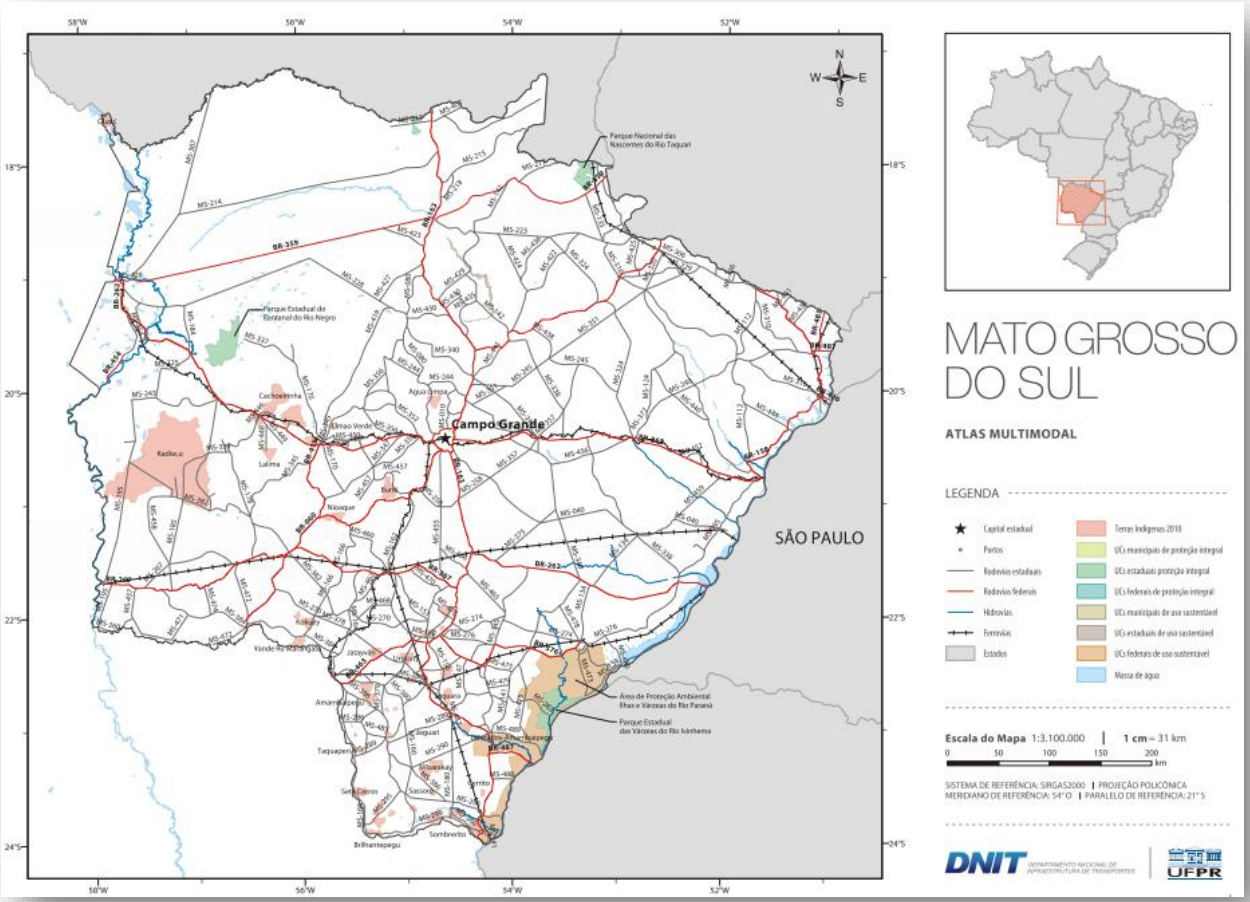


FIGURA 2. Mapa contendo as malhas rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias do Estado do Mato Grosso do Sul, bem como unidades de conservação (DNIT, 2011).

TABELA 1. Trechos de rodovias monitoradas no Estado do Mato Grosso do Sul, esfera governamental gestora, órgão responsável pela gestão e extensão em quilômetros das rodovias ou trechos de rodovia no estado.

Rodovia	Trecho	Gestão	Órgão Gestor	Extensão (KM)
BR-262	Rio Paraguai (Corumbá) – Campo Grande – Três Lagoas	Federal	DNIT	650
BR-267	Nova Alvorada do Sul – Bataguassu	Federal	DNIT	220
BR-163	Sonora – Mundo Novo	Federal	DNIT	824
BR-060	Brasília – Bela Vista	Federal	DNIT	668
BR-359	Coxim – PARNAEmas-Mineiros	Federal	DNIT	221
BR-419	Rio Verde – Jardim	Federal	DNIT	388
BR-497	Paranabaíba – Divisa MG	Federal	DNIT	19
MS-040	Campo Grande – Santa Rita do Pardo	Estadual	AGESUL	230
MS-134	Nova Casa Verde – 30KM sentido Nova Andradina	Estadual	AGESUL	30
MS-145	Agrovila PANA – 30KM sentido Deodápolis	Estadual	AGESUL	30
MS-080	Campo Grande – Rio Negro	Estadual	AGESUL	154
MS-395	Bataguassu – Santa Rita do Pardo	Estadual	AGESUL	70
MS-377	Água Clara – Inocência	Estadual	AGESUL	139
MS-276	Bataguassu – Batayporã	Estadual	AGESUL	127
MS-112	Cassilândia – Três Lagoas	Estadual	AGESUL	227
MS-164	Maracajú – Ponta Porã	Estadual	AGESUL	143
MS-270	Jardim – Dourados	Estadual	AGESUL	152
MS-178	Bonito – Bodoquena	Estadual	AGESUL	80
MS-162	BR-262 – Dourados	Estadual	AGESUL	260
MS-141	BR-267 – Naviraí	Estadual	AGESUL	180
MS-306	Cassilândia – Parque das Emas	Estadual	AGESUL	220
MS-240	Inocência – Paranaíba	Estadual	AGESUL	82
MS-320	Chapadão do Sul – Três Lagoas	Estadual	AGESUL	241
MS-384	BR-267 – Antônio João	Estadual	AGESUL	191
MS-386	Amambaí – Novo Mundo	Estadual	AGESUL	148
MS-431	Cassilândia/Paranaíba – Divisa GO	Estadual	AGESUL	14
MS-436	Costa Rica – Camapuã	Estadual	AGESUL	131
MS-473	Taquarussu – Nova Andradina	Estadual	AGESUL	33
TOTAL				**5.777**

3. ATROPELAMENTOS DOCUMENTADOS

3.1. Metodologias de Monitoramento de Rodovias

- Entre MARÇO de 2013 e MARÇO de 2014 (12 meses), três dos trechos de rodovias mencionados anteriormente --- BR262 – de Campo Grande a Três Lagoas (extensão de 315 quilômetros); BR262 – de Campo Grande a Rio Paraguai (sentido Corumbá) (extensão de 335 quilômetros); BR267 – de Nova Alvorada do Sul a Nova Casa Verde (extensão de 125 quilômetros) --- foram monitorados sistematicamente para atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte, dentre eles a anta. Os três trechos eram percorridos a cada 15 dias (um trecho por dia, para um total de três dias de coletas de dados a cada 15 dias) através do uso de um veículo conduzido a cerca de 60-70 km/hora coletando dados somente na ida.

- A partir de MARÇO de 2014 e até MARÇO de 2019, o monitoramento passou a ser focado somente na anta brasileira. O estudo foi ampliado para outros trechos de rodovias incluindo cinco rodovias federais (BR-163; BR-060; BR-359; BR-419; BR-497) e 22 rodovias estaduais administradas pela Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos (AGESUL) (MS-040; MS-134; MS-145; MS-080; MS-395; MS-377; MS-276; MS-112; MS-164; MS-270; MS-178; MS-162; MS-141; MS-306; MS-240; MS-320; MS-384; MS-431; MS-436; MS-451; MS-473). Dados foram coletados de diferentes maneiras: monitoramento de rodovias durante expedições mensais da equipe INCAB-IPÊ ao Cerrado, levantamento de acidentes rodoviários documentados em mídia envolvendo colisões com anta (maiores detalhes a seguir), números oficiais repassados pela Polícia Militar Rodoviária Estadual e/ou Departamento Estadual de Trânsito de Mato Grosso do Sul (DETRAN-MS), avisos de antas atropeladas através de uma Rede de Informantes via *WhatsApp* e/ou avisos ocasionais. A Rede de Informantes via *WhatsApp* contou com a participação de profissionais da Polícia Rodoviária Federal, Polícia Civil e Polícia Militar de diversos municípios bem como membros das comunidades locais.

- Excepcionalmente para a Rodovia MS-040, a qual conecta os municípios de Campo Grande e Santa Rita do Pardo, foi realizado um monitoramento sistemático semanal no período entre SETEMBRO de 2017 e MAIO de 2018. Esta atividade fez parte de um estudo do uso de Passagens Inferiores de Fauna (PIFs) pela fauna, particularmente a anta brasileira. Essas PIFs por debaixo da Rodovia MS-040 foram construídas para permitir a drenagem fluvio-pluvial e a passagem de gado das fazendas lindeiras. O estudo foi desenvolvido em vista dos resultados apresentados anteriormente no PLANO DE MITIGAÇÃO DE FAUNA SILVESTRE ATROPELADA PARA A RODOVIA MS-040 (ABRA *et al.*, 2017), frente a necessidade de se estimar o número de animais que conseguem atravessar a rodovia em segurança utilizando as PIFs (MEDICI *et al.,* 2019).

- Finalmente, uma equipe de pesquisadores parceiros – Projeto Bandeiras & Rodovias, Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS) – iniciou, em 2017, um terceiro monitoramento sistemático em algumas rodovias do estado e compartilhou os registros de atropelamentos de anta com a INCAB-IPÊ.

TABELA 2. Métodos de detecção de antas atropeladas no estado Mato Grosso do Sul, número de antas registradas em cada método e período amostrado.

Período	Método de detecção	Número de antas registradas
2013 – 2014	**Monitoramento Sistemático – INCAB-IPÊ**	36
2013 – 2016	**DETRAN**	21
2013 – 2019	**Mídia – *Google Search***	46
2014 – 2018	**Detecção pela equipe INCAB-IPÊ**	84
2015 – 2016	**Polícia Rodoviária Estadual**	21
2015 – 2017	**Rede de Informantes WHATSAPP**	123
2017 – 2018	**Monitoramento Sistemático – INCAB-IPÊ (Rodovia MS-040)**	17
2017 – 2019	**Monitoramento Sistemático – Projeto Bandeiras & Rodovias**	153
		501

Durante todo o período de monitoramento, entre MARÇO de 2013 e MARÇO de 2019 (6 ANOS), foram registradas 501 carcaças de antas, gerando uma média de 84 antas atropeladas por ano. Dentre as 501 carcaças, 93 eram fêmeas, 161 machos, e 247 nas quais não foi possível determinar o sexo em função do estado avançado de decomposição (FIGURA 3). Em termos de classes de idade, foram registradas 199 carcaças de antas adultas, 75 de sub-adultas, 19 de filhotes/juvenis, 3 fetos (fêmeas prenhes), e 205 carcaças de classe de idade não determinada (FIGURA 4). As classes de idade foram atribuídas em função da composição e desgaste da dentição. Dentre as rodovias monitoradas, foram registradas 142 carcaças na MS-040, 119 na BR267, 100 na BR262 sentido Três Lagoas, 45 na BR262 sentido Corumbá, e 95 nas demais rodovias (FIGURA 5). Alguns registros estão exemplificados nas FIGURAS 6-35.

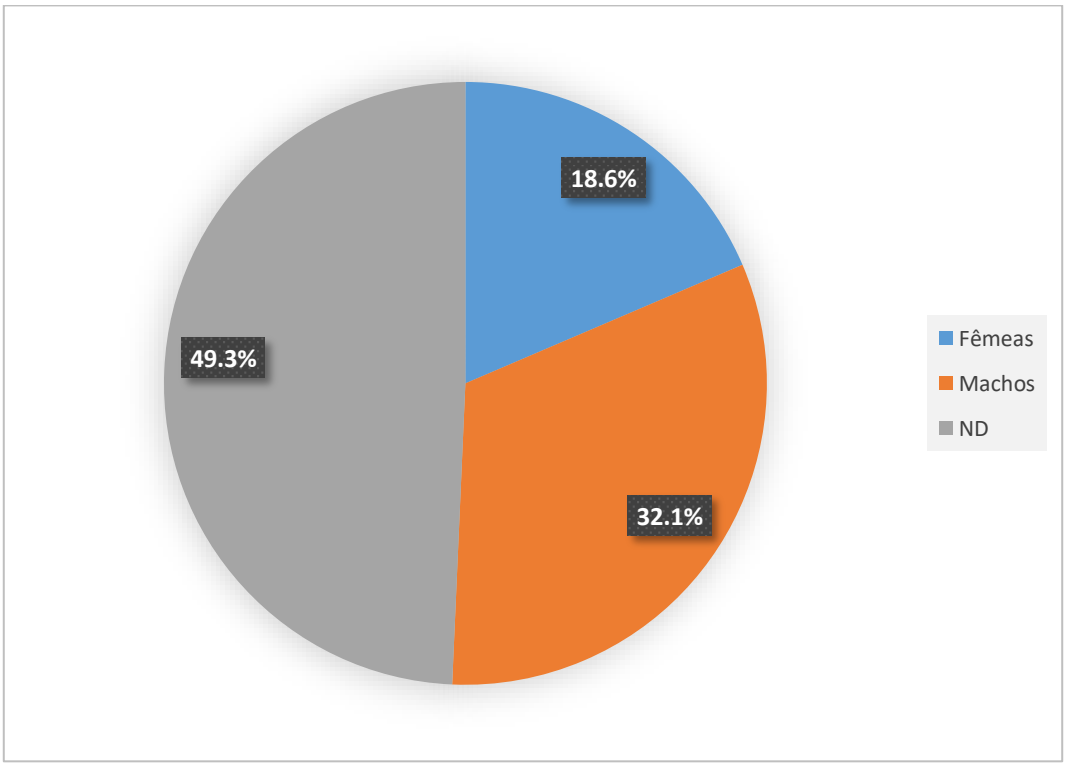


FIGURA 3. Proporção entre sexo das carcaças de antas atropeladas detectadas; ND = Indeterminado.

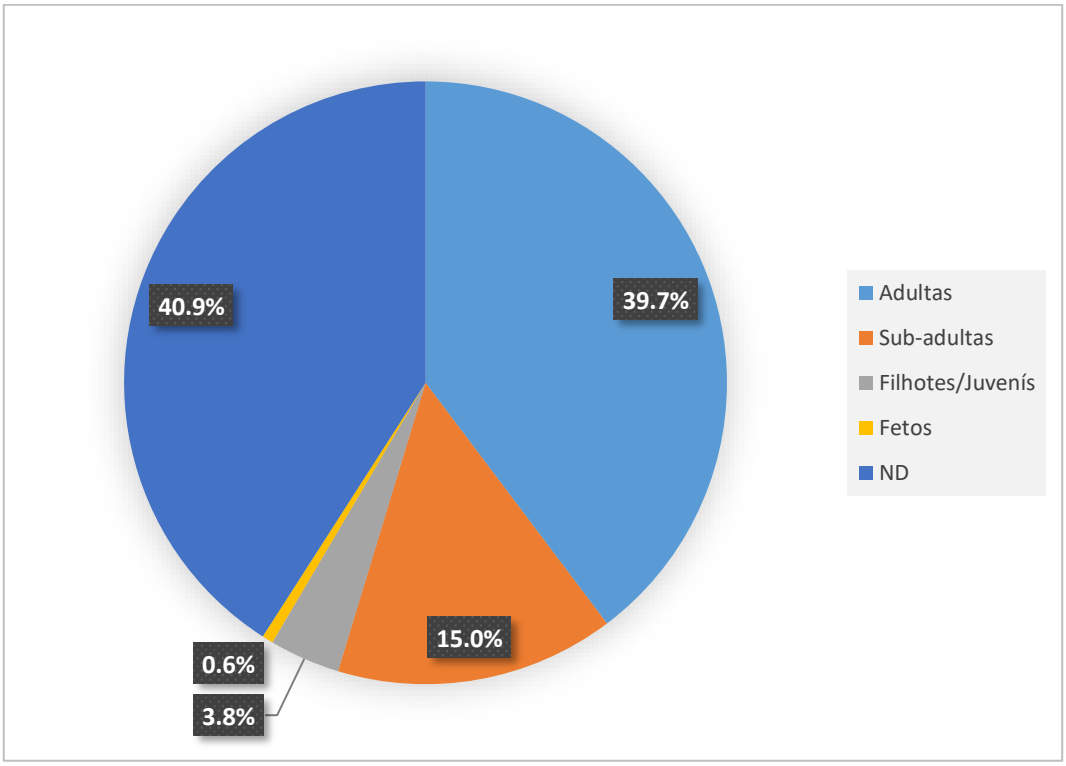


FIGURA 4. Proporção entre classes etárias de antas atropeladas detectadas; ND = Indeterminado.

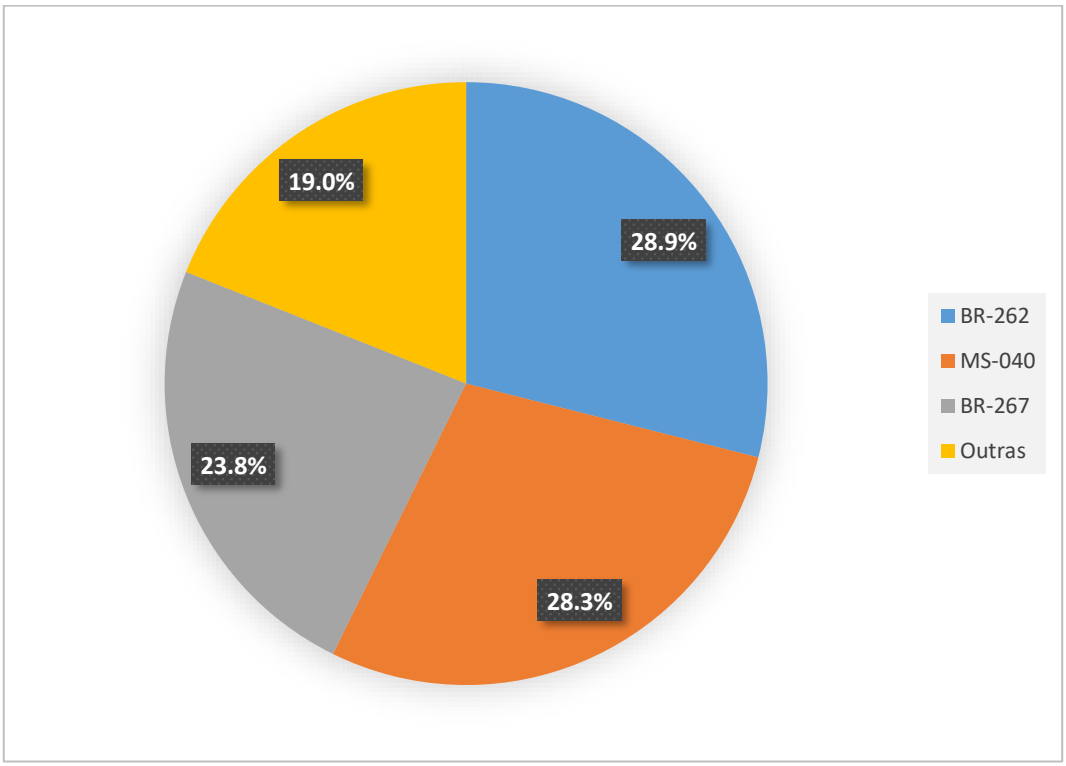


FIGURA 5. Proporção de antas atropeladas detectadas nas rodovias monitoradas.

Para cada carcaça de anta encontrada foram registradas as seguintes informações: RODOVIA, KM NA RODOVIA, SEXO, CLASSE DE IDADE, DATA, COORDENADAS GEOGRÁFICAS (em UTM), IDADE DA CARCAÇA (fresca, até 24 horas; em decomposição inicial, até 48 horas; em decomposição avançada, mais de 48 horas; velha, mais de um mês; muito velha), HABITAT EM AMBOS OS LADOS DA RODOVIA (mata, corpo d'água, brejo, eucalipto, cana de açúcar, campo, campo sujo, campo alagado etc.), e LOCALIZAÇÃO DA CARCAÇA (pista, acostamento, faixa lateral etc.). Foram também registradas ocorrências de carcaças com partes removidas ("carneadas") por instrumentação humana (N=33). Todas as carcaças foram devidamente fotografadas e/ou filmadas.

Sempre que possível, as carcaças de anta foram submetidas a coletas de amostras biológicas para estudos de genética e saúde. Amostras de tecido (fragmento de 1cm² de pele) foram coletadas para extração de DNA e análises genéticas (N=343). Amostras de pelo (N=150) e carrapatos (N=89) foram coletadas para outros estudos. Foram também coletadas amostras para estudos de toxicologia (N=132). Entre setembro de 2015 e maio de 2017, carcaças encontradas frescas ou em decomposição inicial (com no máximo 48 horas desde o atropelamento) foram submetidas a procedimentos de necropsia (N=30) para avaliação macroscópica e coleta de amostras biológicas para análises histopatológicas e diversos estudos de saúde, dentre eles, doenças infectocontagiosas e análises de toxicologia.

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ANTAS ATROPELADAS

FIGURA 6. BR-262 – CG-Três Lagoas 04/04/2013. Fonte: IPÊ

FIGURA 7. BR-262 – CG-Três Lagoas 16/05/2013. Fonte: IPÊ

FIGURA 8. BR-262 – CG-Três Lagoas 30/05/2013. Fonte: IPÊ

FIGURA 9. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 09/07/2013. Fonte: IPÊ

FIGURA 10. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 19/09/2013. Nota: Indivíduo juvenil. Fonte: IPÊ

FIGURA 11. BR-262 – CG - Três Lagoas 29/11/2013. Nota: Indivíduo juvenil, menos de um ano de idade. Fonte: IPÊ

FIGURA 12. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 19/03/2015. Fonte: IPÊ

FIGURA 13. MS-145 – PANA - Deodápolis 05/09/2015. Fonte: IPÊ

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ANTAS ATROPELADAS

FIGURA 14. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 15/12/2015. Nota: Indivíduo encontrado carneado, foi realizada necropsia. Fonte: IPÊ

FIGURA 15. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 15/12/2015. Nota: Filhote encontrado no útero da fêmea anterior durante necropsia. Fonte: IPÊ

FIGURA 16. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 10/03/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 17. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 01/04/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 18. MS-040 – CG - Santa Rita do Pardo 04/04/2016. Nota: Equipe INCAB realizando monitoramento e coletas de material biológico. Fonte: IPÊ

FIGURA 19. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 28/06/2016. Nota: Equipe INCAB realizando necropsia. Fonte: IPÊ

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ANTAS ATROPELADAS

FIGURA 20. MS-040 – CG - Santa Rita do Pardo 01/07/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 21. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 20/07/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 22. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 25/07/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 23. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 20/07/2016. Fonte: IPÊ

FIGURA 24. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 04/08/2017. Nota: Animal encontrado carneado no local. Fonte: IPÊ

FIGURA 25. MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 24/10/2017. Fonte: IPÊ

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ANTAS ATROPELADAS

FIGURA 26. MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 31/10/2017. Fonte: IPÊ

FIGURA 27. MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 07/11/2017. Fonte: IPÊ

FIGURA 28. MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 06/03/2018. Fonte: IPÊ

FIGURA 29. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 15/04/2018. Fonte: IPÊ

FIGURA 30. BR-267 – Nova Alvorada do Sul - Casa Verde 15/04/2018. Nota: Equipe INCAB realizando coletas de material biológico. Fonte: IPÊ

FIGURA 31. BR-262 – CG - Ponte Rio Paraguai 16/05/2018. Fonte: IPÊ

FIGURA 32. MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 10/12/2018. Fonte: IPÊ

FIGURA 33. BR-262 – CG - Três Lagoas 13/12/2018. Fonte: IPÊ

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ANTAS ATROPELADAS	
FIGURA 34. BR-262 – CG - Três Lagoas 14/02/2019. Fonte: IPÊ	**FIGURA 35.** MS-040 – Campo Grande - Santa Rita do Pardo 21/01/2019. Fonte: IPÊ

3.2. Determinação de *Hotspots* de Atropelamento

As análises dos dados coletados pela INCAB-IPÊ durante os seis anos de monitoramento demonstram que alguns trechos das rodovias amostradas possuem situações mais críticas, com maior concentração de eventos de atropelamentos de antas, sendo estes trechos chamados de *HOTSPOTS* (FIGURA 36). As rodovias BR-267, BR-262 e MS-040 apresentaram maior número de antas atropeladas em relação as outras rodovias amostradas, compondo aproximadamente 80% de todos os registros, como demonstrado anteriormente.

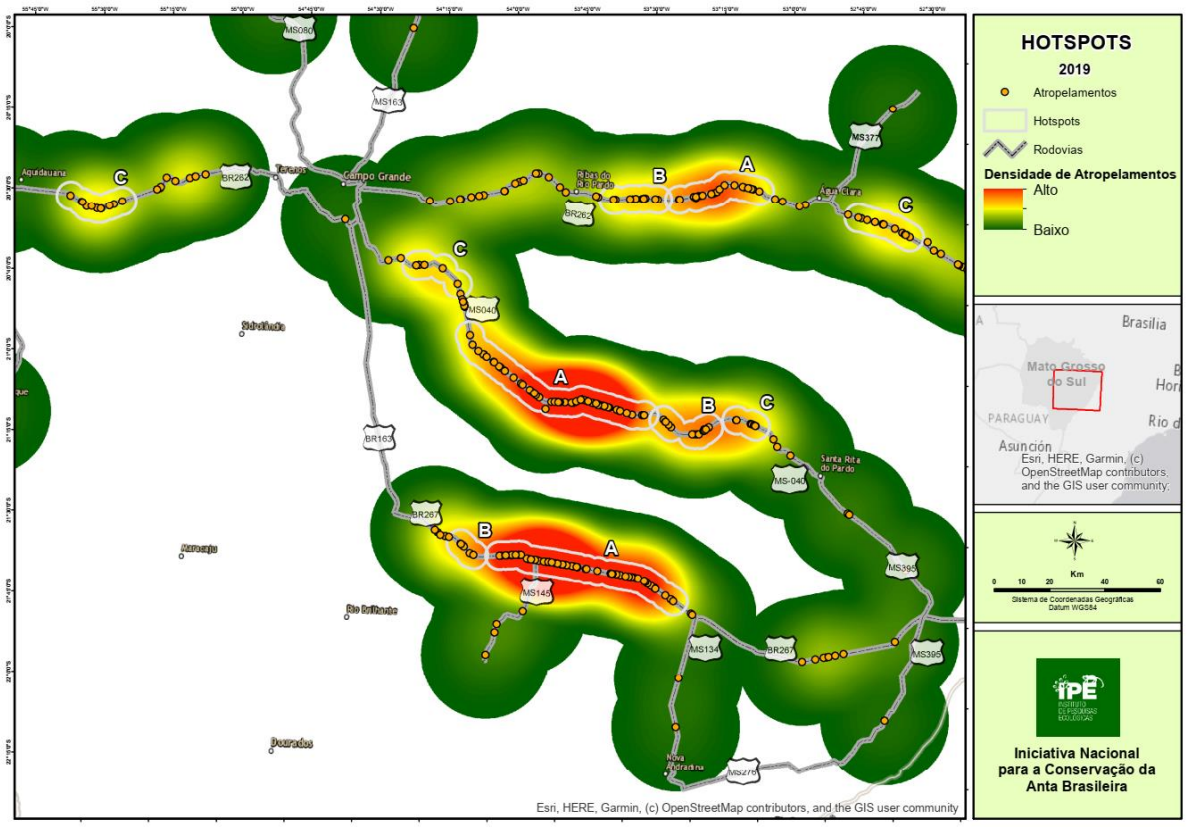


FIGURA 36. Mapa dos pontos críticos, *hotspots* de atropelamento de anta brasileira na BR-267 (2 *hotspots*), BR-262 (4 *hotspots*) e MS-040 (4 *hotspots*). As letras A-B-C representam o grau de densidade de atropelamentos (carcaças de antas registradas) em relação à distância, em ordem decrescente.

Na BR-267 dois pontos críticos foram identificados: 1) o primeiro, com 86 registros (intensidade A) entre os quilômetros 130 a 209; 2) o segundo, com 8 registros (intensidade B), do quilometro 209 ao 225. Na BR-262 existem quatro pontos críticos ao todo: 1) 27 registros (intensidade A), entre os quilômetros 161 a 205; 2) 13 registros (intensidade B), entre os

quilômetros 201 a 203; 3) 15 registros (intensidade C), entre os quilômetros 100 a 135; 4) 13 registros (intensidade C), entre os quilômetros 443 a 472. Por fim, a rodovia MS-040 também apresentou quatro *hotspots*, sendo estes: 1) 82 registros (intensidade A), entre os quilômetros 66 a 152; 2) 12 registros (intensidade C), entre os quilômetros 29 a 58; 3) 19 registros (intensidade B), entre os quilômetros 150 a 180; 4) 11 registros (intensidade C), entre os quilômetros 182 a 200.

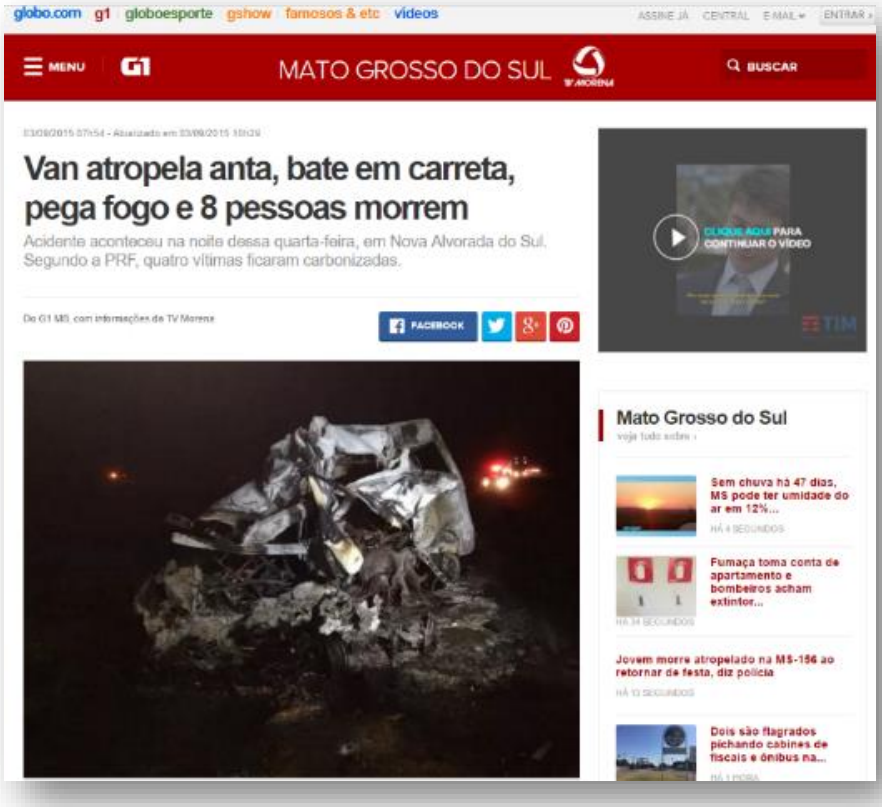
É provável que a estrutura da paisagem (*e.g.* presença de corpos d'água, fragmentos florestais, oferta de recursos alimentares etc.) seja determinante para que os animais utilizem mais ou menos certos trechos da rodovia e, consequentemente, estejam mais suscetíveis ao atropelamento. Outros fatores importantes também podem estar relacionados com a característica da rodovia, como largura da via, presença ou não de acostamento, visibilidade da faixa de domínio, volume de tráfego de veículos, entre outros.

A determinação destes pontos críticos – *hotspots* –, a partir do número de registros de antas atropeladas, se faz necessária para melhor compreensão dos aspectos relacionados aos atropelamentos e demonstram a maior necessidade de medidas de mitigação. Portanto, a partir deste mapeamento obtemos uma dimensão da problemática e a principal ferramenta para guiar os esforços para solução da mesma.

3.3. Acidentes Rodoviários Documentados Envolvendo Anta Brasileira

Sendo a anta um animal de grande porte (adultos podem chegar a 300 quilogramas), toda e qualquer colisão com este animal em rodovias pode resultar em acidente grave, com vítimas feridas ou fatais (FIGURAS 37-46). Segundo a Polícia Rodoviária Federal, em 2014, cinco pessoas morreram em 245 acidentes causados por animais em rodovias federais que cortam o Mato Grosso do Sul. De janeiro a agosto de 2015, foram 160 acidentes causados por animais na pista e uma pessoa morreu. No mesmo período em 2014, foram 153 acidentes com quatro mortes. Inserções de mídia a respeito de colisões entre antas e usuários das rodovias do estado do Mato Grosso do Sul são frequentes.

O levantamento de inserções de mídia *online* sobre colisões com antas gerou 46 matérias em canais de comunicação do estado do Mato Grosso do Sul entre MARÇO de 2013 e MARÇO de 2019. Foram reportadas 65 pessoas feridas e 23 óbitos (FIGURAS 37-46). Dentre os óbitos, vale ressaltar a ocorrência em que oito pessoas morreram em um único acidente, na BR267 em 3 de setembro de 2015.



REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ACIDENTES COM ANTAS ENVOLVENDO USUÁRIOS

Figura 37. Camionete após acidente com anta na BR-262 em 19/01/2013. Fonte: Campo Grande News - Quatro morrem após camionete atropelar anta e parar em ribanceira.

Figura 38. Carro após acidente com anta na MS-276 com duas vítimas fatais em 01/05/2013. Fonte: Campo Grande News - Bióloga, 27 anos e grávida de 7 meses, morre após acidente causado por anta.

Figura 39. Bióloga, grávida de 7 meses faleceu em acidente com anta na MS-276 em 01/05/2013. Fonte: Campo Grande News - Bióloga, 27 anos e grávida de 7 meses, morre após acidente causado por anta.

Figura 40. Carro após acidente com anta na BR-163 em 20/08/2013. Fonte: Idest - Homem fica gravemente ferido após atropelar anta e capotar.

Figura 41. Carro após acidente com anta na MS-040 em 12/01/2015. Fonte: G1 - Mulher morre e duas pessoas ficam feridas em acidente na MS-040.

Figura 42. Acidente com van e caminhão carregado de glifosato provocado por anta em 03/09/2015 na BR-267, Nova Alvorada do Sul. Foto: INCAB, IPÊ. Fonte: G1 - Van atropela anta, bate em carreta, pega fogo e 8 pessoas morrem.

REGISTROS FOTOGRÁFICOS - ACIDENTES COM ANTAS ENVOLVENDO USUÁRIOS

Figura 43. Acidente com van e caminhão carregado de glifosato provocado por anta em 03/09/2015 na BR-267, Nova Alvorada do Sul. Foto: INCAB, IPÊ. Fonte: G1 - Van atropela anta, bate em carreta, pega fogo e 8 pessoas morrem.

Figura 44. Acidente com van e caminhão carregado de glifosato provocado por anta em 03/09/2015 na BR-267, Nova Alvorada do Sul. Foto: INCAB, IPÊ. Fonte: G1 - Van atropela anta, bate em carreta, pega fogo e 8 pessoas morrem.

Figura 45. Acidente com van e caminhão carregado de glifosato provocado por anta em 03/09/2015 na BR-267, Nova Alvorada do Sul. Foto: INCAB, IPÊ. Fonte: G1 - Van atropela anta, bate em carreta, pega fogo e 8 pessoas morrem.

Figura 46. Carro após acidente com anta na BR-267 em 21/10/2015. Fonte: Midiamax - Família sofre acidente após motorista atropelar anta na BR-267.

4- BASE JURÍDICA DE PROTEÇÃO À FAUNA SILVESTRE BRASILEIRA

O Brasil é signatário de importantes acordos e convenções internacionais, tanto no que diz respeito à conservação de espécies quanto de habitats ameaçados. Adicionalmente, legislações e normas nacionais também foram criadas, visando a conservação da biodiversidade brasileira e proteção dos ecossistemas naturais.

No âmbito internacional, três Convenções fornecem o arcabouço legal para o tratamento diferenciado das espécies consideradas ameaçadas de extinção: Convenção para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América; Convenção de *Washington* sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), e Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB.

A Convenção para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 3, de 1948, em vigor no Brasil desde 26 de novembro de 1965, foi promulgada pelo Decreto nº 58.054, de 23 de março de 1966. A Convenção estabelece, por meio de seu artigo VII, que os países adotarão medidas apropriadas "*para evitar a extinção de uma espécie determinada*". No artigo IX, define que os países tomarão as medidas necessárias para a superintendência e regulamentação das importações, exportações e trânsito de espécies protegidas de flora e fauna.

A Convenção de Washington sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), da qual o Brasil é signatário, foi ratificada pelo Brasil por meio do Decreto Lei nº 54/75 e promulgada pelo Decreto nº 76.623, de novembro de 1975. A CITES estabelece proteção para um conjunto de plantas e animais, por meio da regulação e monitoramento de seu comércio internacional, particularmente aquelas ameaçadas de extinção, de modo a impedir que este atinja níveis insustentáveis.

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), por sua vez, foi ratificada pelo Brasil por meio do Decreto Legislativo nº 2, de 8 de fevereiro de 1994. Em seu artigo 8º (alínea f), a CDB define que os países devem "*recuperar e restaurar ecossistemas degradados e promover a recuperação de espécies ameaçadas por meio da elaboração e da implementação de planos e outras estratégias de gestão*".

No âmbito nacional, a Lei de Proteção da Fauna (nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967), como o próprio nome estipula, dispõe sobre a proteção dos animais. Em seu artigo 1º,

estabelece que "*os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição caça ou apanha*".

A atual Constituição Brasileira, promulgada em 1988, também inclui um importante instrumento legal para a proteção das espécies que compõem a nossa biodiversidade. Em seu Capítulo VI, Art. 225, parágrafo 1º, inciso VII, determina como responsabilidade do Poder Público "*proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção das espécies ou submetam os animais à crueldade*".

Na prática, o Art. 225, parágrafo 1º, inciso VII da Constituição Federal começou a ser mais bem implementado por meio da Lei dos Crimes Ambientais, nº 9.605 (também conhecida como Lei da Vida), de fevereiro de 1998, posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de setembro de 1999. Esta Lei dispõe sobre as especificações das sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Cabe ressaltar que as sanções aplicáveis às infrações cometidas contra as espécies são ampliadas no caso destas serem ameaçadas de extinção.

5- MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

A problemática do atropelamento de animais silvestre nas rodovias do Estado do Mato Grosso do Sul consiste em um grave impacto à biodiversidade e não pode ser ignorada.

Medidas de mitigação como passagens de fauna inferiores, superiores, adaptações de drenagens fluvio-pluviais para fauna, cercas, sinalização, redutores físicos e eletrônicos de velocidade, bem como sistemas de detecção animal são implementadas em diversos países do mundo e podem reduzir substancialmente o atropelamento de animais, conservando a biodiversidade e aumentando a segurança dos usuários.

O uso de cercamento específico para fauna impede que os animais atrevessem por sobre a rodovia e, quando utilizado em conjunto com passagens inferiores de fauna, guia os animais até essas estruturas. A combinação destes métodos gera segurança tanto para os motoristas, quanto para o animal, preservando a vida de ambos sem impedir o fluxo da fauna entre os lados da rodovia. Apenas considerando esta implementação, quando realizado de maneira adequada, pode-se reduzir em mais de 80% as colisões (HUIJSER *et al.,* 2016).

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é o país mais biodiverso do mundo e as espécies da fauna brasileira além de representarem parte da riqueza biológica do país também desempenham papel fundamental para manutenção e equilíbrio dos ecossistemas, prestando diversos serviços ecossistêmicos à população.

Indiscutivelmente, as rodovias apresentam impactos crônicos à fauna silvestre e tais impactos perduram por todo o tempo de operação do empreendimento. O atropelamento da fauna é um impacto visível e mensurável que deve ser mitigado e compensado com urgência.

Profissionais capacitados, diversas técnicas e métodos, equipamentos e tecnologias estão acessíveis para que os órgãos competentes do Estado se mobilizem em adquiri-los, aplicá-los como medidas de mitigação a fim de que tanto a biodiversidade faunística do Estado seja protegida quanto a segurança do usuário seja garantida.

As rodovias do Mato Grosso do Sul funcionam como verdadeiros drenos de indivíduos da fauna silvestre e a continuação das perdas de espécimes não podem mais ser tolerada, desta forma é urgente que sejam tomadas medidas para prevenção, mitigação das colisões em rodovias envolvendo fauna silvestre bem como, inclusive, a compensação dos indivíduos perdidos nestes eventos de atropelamento.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, F.D.; FERNANDES-SANTOS, R.C.; TESTA-JOSÉ, C.; CANENA, A.C.; MEDICI, E.P., 2017. Plano de Mitigação de Fauna Silvestre Atropelada para a Rodovia MS-040, Mato Grosso do Sul, Brasil.

ABRA, F.D.; CANENA, A.C.; MEDICI, E.P., 2019. Relatório técnico - Uso de passagens inferiores pela anta (tapirus terrestris) Ao longo da rodovia MS-040, Mato Grosso do Sul, Brasil.

ABRA, F.D.; GRANZIERA, B.M.; HUIJSER, M.P.; FERRAZ, K.M.P.M.B.; HADDAD, C.M.; PAOLINO, R.M., 2019. Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state Brazil. PLOS ONE.

ARROYAVE, M. P; GÓMEZ, C., 2006. Impacto de las Carreteras sobre la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. Revista EIA, 5: 45-57.

ASCENSÃO, F.; DESBIEZ, A.L.J.; MEDICI, E.P.; BAGER, A., 2017. Spatial patterns of road mortality of medium–large mammals in Mato Grosso do Sul, Brazil. Wildlife Research.

BECKMANN, J.P.; CLEVENGER, A.P.; HUIJSER, M.P.; HILTY, J.A., 2010. Safe Passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. Island Press, Washington, USA.

BERGALLO, H. G.; VERA y CONDE, C. F., 2001. O Parque Nacional do Iguaçu e a Estrada do Colono. Ciência Hoje, 29: 37-39.

BOND, A.R.; JONES, D.N., 2008. Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. Wildlife Research, 35: 103-112.

BRUINDERINK, G.W.T.A.G.; HAZEBROEK, E., 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. Conservation Biology, 10: 1059-1067.

BRUN, T.R.; SANTOS-FILHO, M.; CANALE, G.R.; IGNÁCIO, A.R.A., 2018. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. Braz. J. Biol., 78: 125-132

BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R, 2016. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. Biota Neotropica 16 : e0182.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D.R., HUYVAERT, K.P., 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. Behav Ecol Sociobiol 65:23–35.

CÁCERES, N.C.; HANNIBAL, W.; FREITAS, D.R.; SILVA. E.L.; ROMAN, C.; CASELLA, J., 2010. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. ZOOLOGIA 27: 709–717

CAIN, A.T.; TUOVILA, V.R.; HEWITT, D.G.; TEWES, M.E., 2003. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. Biological Conservation, 114: 189-197.

CARVALHO, N.C.; BORDIGNON, M.O.; SHAPIRO, J.T., 2014. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080, Southwestern Brazil. Iheringia, Série Zoologia, 104: 43-49

CARVALHO, C.F..; CUSTÓDIO, A.E.I.; MARÇAL-JÚNIOR, O., 2015. Wild vertebrates roadkill aggregations on the br-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. Biosci. J., 31: 951-959

CBEE – Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas. 2016. Disponível em: http://cbee.ufla.br/portal/. Acessado em: 30/06/2016.

CLEVENGER, A.P; WALTHO, N., 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large animals. Biological Conservation, vol. 121, p. 453-464.

CLEVENGER, A.P., KOCIOLEK, A.V., 2006. Highway median impacts on wildlife movements and mortality: state of the practice survey and gap analysis. Prepared for California Department of Transportation, Sacramento, California.

CLEVENGER, A.P., CHRUSZCZ, B., GUNSON, K.E., 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. Biol. Conserv. 109, 15-26.

CUNHA, H.F.; MOREIRA, F.G.A; SILVA, S.S., 2010. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. Acta Scientiarum, Biological Sciences, 32: 257-263.

DANIELSON, B.; HUBBARD, M., 1998. A Literature Review for Assessing the Status of Current Methods of Reducing Deer-Vehicle Collisions, Task force on Animal Vehicle Collisions-Iowa Department of Transportation – Iowa Department of Natural Resources.

DEVOS, A., 1949. Timber wolves killed by cars on Ontario Highways, J. Mammal.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes; UFPR – Universidade Federal do Paraná. Atlas Multimodal. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). 2011.

DICKERSON, L.M., 1939. The problem of wildlife destruction by automobile traffic. Journal of Wildlife Manage, 3.

DORNAS, R.A.P., KINDEL, A., BAGER, A., FREITAS, S.R. 2012. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas. Editora UFLA, 314 p.

FISCHER, W.; GODOI, R.F.; FILHO, A.C.P, 2018. Roadkill records of reptiles and birds in Cerrado and Pantanal Landscapes. Check List, 14: 845–876

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E., 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. Annual Review in Ecology and Systematics, 29: 207-231.

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

GOOSEM, M., 2007. Fragmentation impacts caused by roads trought rainforests. Current Science, 93: 1587-1593.

HUIJSER, M.P.; McGOWEN, P.T.; MFULLER, J.; HARDY, A.; KOCIOLEK, A.; CLEVENGER, A.P.; SMITH, D.; AMENT, R., 2007. Wildlife vehicle collision reduction study. Report to U.S Congress. U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.

HUIJSER, M.P., ABRA, F.D., DUFFIELD, J.W., 2013. Mammal road mortality and cost benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris)* in São Paulo State, Brazil. Oecologia Australis, 17: 129-146.

HUIJSER, M.P.; FAIRBANK, E.R.; CAMEL-MEANS, W.; GRAHAM, J.; WATSON, V.; BASTING, P.; BECKER, D., 2016. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife–vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. Biological Conservation, 197: 61-68.

SHI, H.; SHI, T.; YANG, Z.; WANG, Z.; HAN, F.; WANG, C., 2018. Effect of Roads on Ecological Corridors Used for Wildlife Movement in a Natural Heritage Site. Sustainability, 10, 2725.

IUELL, B; BEKKER, G.J.; CUPERUS, R.; DUFEK, J.; FRY, G.; HICKS, C.; HLAVÁC, V.; KELLER, V.; ROSELL, B.; SANGWINE, T.; TØRSLØV, N.; WANDALL, B.I.M, 2003. Wildlife and Traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. KNNV Publishers, Brussels, Belgium.

LODÉ, T., 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. Ambio, 29: 163-166.

MMA - Ministério do Meio Ambiente Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Dispõe sobre as espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial da União, Distrito Federal, Seção 1, p. 121-126. (2014).

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. 130f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade de São Carlos – UFSCar.

UOL Notícias. 2011. Capivaras podem ter causado acidente com cinco mortos e 11 feridos no Paraná. http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/06/23/capivaras-podem-ter-causado-acidente-com-cinco-mortos-e-11-feridos-no-parana.htm.

WASHBURN, E.W., 1927. The toll of the automobile. Science, 61- 56,57.