

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELA BARCELOS SOBANSKI

**AVALIAÇÃO DO USO DE CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE
COMO MEDIDA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS
SILVESTRES NA RODOVIA BR-262, TRECHO DE ANASTÁCIO À CORUMBÁ,
MATO GROSSO DO SUL**



CURITIBA
2016

MARCELA BARCELOS SOBANSKI

**AVALIAÇÃO DO USO DE CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE
COMO MEDIDA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS
SILVESTRES NA RODOVIA BR-262, TRECHO DE ANASTÁCIO À CORUMBÁ,
MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Departamento de Engenharia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná em parceria com o SENAI-PR e a *Universität Stuttgart*, Alemanha, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Arislete Dantas de Aquino
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Ratton

CURITIBA
2016

S677

Sobanski, Marcela Barcelos

Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, trecho de Anastácio à Corumbá, Mato Grosso do Sul. / Marcela Barcelos Sobanski. – Curitiba, 2016.

92f. : il. [algumas color.]; tabs. : color. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial em parceria com o SENAI-PR e a Universität Stuttgart, Alemanha.

Orientadora: Profa. Dra. Arislete Dantas de Aquino

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Rattton

Bibliografia: p.86-92.

1. Animais - mortalidade. 2. Rodovias – Mato Grosso do Sul. I. Universidade Federal do Paraná. II. Aquino, Arislete Dantas de. III. Rattton, Eduardo. IV. Título. CDD 591.08171



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor TECNOLOGIA
Programa de Pós Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL
Código CAPES: 40001016057P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MARCELA BARCELOS SOBANSKI**, intitulada: "**Avaliação do uso de controladores eletrônicas de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, trecho Anastácio a Corumbá, Mato Grosso do Sul**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua

APROVAÇÃO.

Curitiba, 21 de Novembro de 2016.


ARISLETE DANTAS DE AQUINO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


CARLOS ALBERTO UBIRAJARA GONTARSKI
Avaliador Interno (UFPR)


EDUARDO FELGA GOBBI
Avaliador Interno (UFPR)


JORGE TIAGO BASTOS
Avaliador Externo (UFPR)

AGRADECIMENTOS

À professora Arislete Dantas de Aquino e ao professor Eduardo Ratton, pelo acompanhamento, confiança e amizade.

Aos professores Eduardo Gobbi, Carlos Gontarski e Jorge Tiago Bastos, que aceitaram compor a banca de defesa da Dissertação, pelas sugestões e análises.

Ao Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura da Universidade Federal do Paraná (ITTI) e ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), especialmente à Coordenação Geral de Meio Ambiente (CGMAB), pela oportunidade de execução do trabalho, de maneira a contribuir com o desenvolvimento da questão ambiental atrelada à execução de obras de infraestrutura de transportes.

RESUMO

As rodovias representam uma importante fonte de mortalidade direta para muitas espécies de animais silvestres. As colisões com animais silvestres também representam um risco à segurança de condutores e passageiros de veículos, sendo o tráfego, com suas características de volume e velocidade, um dos fatores determinantes em muitos acidentes rodoviários. Neste contexto, a BR-262/MS entre as cidades de Anastácio e Corumbá, atravessa os Biomas Cerrado e Pantanal, sendo recorrente os atropelamentos de animais silvestres ao longo da rodovia. Na busca pela minimização deste impacto, a implantação de 20 (vinte) controladores eletrônicos de velocidade (CEVs) foi a primeira medida adotada como parte de uma proposta de dispositivos de proteção à fauna apresentada pela gestão ambiental das obras de melhoramentos e implantação de acostamentos no referido trecho. Assim, o presente trabalho avaliou a eficácia do uso de controladores eletrônicos de velocidade na redução de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá. Para essa avaliação foi utilizado o método antes – depois com um grupo de comparação, uma forma de minimizar a interferência de fatores de confusão sobre o efeito da medida adotada. Como resultado, a análise da eficácia dos CEVs indicou uma redução significativa nos atropelamentos de fauna, sendo os maiores percentuais de redução obtidos no intervalo de avaliação de 500 metros dos dispositivos. Ademais, a migração das ocorrências dos atropelamentos de fauna para as adjacências dos CEVs, devido a um possível comportamento de compensação da redução de velocidade imposta pelos dispositivos, não foi evidenciada. Diante do resultado obtido, recomenda-se o aumento da fiscalização da velocidade regulamentar em todo o trecho da BR-262/MS e que o limite máximo de velocidade seja fixado preferencialmente à 80 km.h^{-1} , bem como que seja dada continuidade ao monitoramento de atropelamentos de animais silvestres no trecho para que se tenha uma melhor avaliação da medida mitigadora já adotada, bem como das demais que venham a ser implantadas, para que esses resultados possam servir de base para a sua adoção em outras localidades.

Palavras-chave: Fauna atropelada. Medida mitigadora. Controle da velocidade.

ABSTRACT

The highways are an important source of direct mortality for many species of wild animals. Collisions with wild animals also pose a risk to the safety of drivers and passengers of vehicles, being the traffic, with its features of volume and speed, one of the determinants factors in many road accidents. In this context, the BR-262/MS between the cities of Anastácio and Corumbá, goes through the Cerrado and Pantanal biomes, being recurrent the wildlife-vehicle collision along the highway. In searching for minimizing this impact, the implementation of 20 speed cameras was the first measure adopted as part in a wildlife protection devices proposal presented by the environmental management for the improvements and implementation of road shoulders in that stretch. Thus, this study evaluated the effectiveness of the use of speed cameras in reducing wildlife-vehicle collision on the highway BR-262/MS, at the stretch between Anastácio and Corumbá. For this evaluation the method before-and-after with a comparison group was used, a tool to minimize the interference of confounding factors on the effect of the measure adopted. As a result, the analysis of the effectiveness of speed controllers indicated a significant reduction in wildlife-vehicle collision, with the highest reduction percentages obtained in the interval of 500 meters of the devices. Furthermore, the migration of occurrences of wildlife-vehicle collision to the adjacencies of speed controllers, due to a possible compensation behavior of the speed reduction imposed by the devices, showed no evidences. Based on the result obtained, it is recommended to increase the enforcement on the regulatory speed throughout the stretch of the BR-262/MS between Anastácio and Corumbá, and that the limit be set preferably at 80 km.h⁻¹; and to be continued the monitoring of wildlife-vehicle collision in that stretch in order to have a better assessment of mitigation measure already adopted, as well as others that may be implemented so that these results can serve as a basis for its adoption in other locations.

Key words: Wildlife-vehicle collision. Mitigation measure. Speed control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 – PROPOSTA DE SINALIZAÇÃO VERTICAL DE ADVERTÊNCIA DIFERENCIADA, COM PICTOGRAMAS DA FAUNA BRASILEIRA. (A) ANTA, (B) TAMANDUÁ-BANDEIRA E (C) CAPIVARA20
- FIGURA 2 – PROPOSTA DE SINALIZAÇÃO VERTICAL EDUCATIVA DIFERENCIADA, COM PICTOGRAMAS DA FAUNA BRASILEIRA. (A) JACARÉ-DO-PANTANAL; (B)QUATI; (C) MÃO-PELADA E (D) EMA .21
- FIGURA 3 – TELA DE SEGURANÇA PROPOSTA. (A) VISTA EM PLANTA E (B) VISÃO 3D DA TELA PASSANDO POR BAIXO DA OBRA-DE-ARTE-ESPECIAL, PARA CONDUZIR A FAUNA PELA PASSAGEM INFERIOR21
- FIGURA 4 – CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE DO TIPO FIXO INSTALADOS NA RODOVIA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ22
- FIGURA 5 – CRESCIMENTO DA MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA E DA FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS PARA O PERÍODO DE 2005 A 2015.....25
- FIGURA 6 – POSSÍVEIS EFEITOS DAS RODOVIAS E DO TRÁFEGO SOBRE A PERSISTÊNCIA DAS POPULAÇÕES DE ANIMAIS SILVESTRES. AS LINHAS CONTÍNUAS REPRESENTAM BOAS EVIDÊNCIAS PARA O EFEITO, AS LINHAS TRACEJADAS EVIDÊNCIA MODERADA PARA O EFEITO E AS LINHAS PONTILHADAS REPRESENTAM EVIDÊNCIA FRACA, OU SEJA, ÁREAS ONDE MAIORES INVESTIGAÇÕES DEVEM SER CONDUZIDAS27
- FIGURA 7 – MODELO CONCEITUAL DO EFEITO DO VOLUME DE TRÁFEGO SOBRE A PERCENTAGEM DE ANIMAIS QUE CRUZAM COM SUCESSO A RODOVIA, SÃO REPELIDOS PELO RÚIDO DO TRÁFEGO E MOVIMENTO DO VEÍCULO, OU SÃO MORTOS QUANDO TENTAM ATRAVESSAR.....30

FIGURA 8 – SIMPLES COMPARAÇÃO ANTES – DEPOIS. O CÍRCULO ABERTO REPRESENTA O NÚMERO DE ACIDENTES ESPERADOS NO PERÍODO DEPOIS SE O TRATAMENTO NÃO TIVESSE SIDO APLICADO OU SE O MESMO FOSSE TOTALMENTE INEFICAZ	32
FIGURA 9 – EXEMPLO DE REGRESSÃO À MÉDIA	34
FIGURA 10 – EFEITO DA TENDÊNCIA DE LONGO PRAZO SOBRE A ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE ACIDENTES.....	35
FIGURA 11 – NÚMERO DE FATALIDADES NO TRÂNSITO NOS ESTADOS UNIDOS PARA OS ANOS DE 1998 A 2009	36
FIGURA 12 – ESTUDO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO. QUANDO NO LOCAL DA COMPARAÇÃO HÁ O AUMENTO DOS ACIDENTES E UMA DIMINUIÇÃO DOS MESMOS NO LOCAL DE TRATAMENTO, HÁ EVIDÊNCIAS DE QUE A MEDIDA FOI EFICAZ NA REDUÇÃO EM ACIDENTES	38
FIGURA 13 – ÁREA DE ESTUDO, RODOVIA BR-262/MS, SEGMENTO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ.....	41
FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE (CEVS) INSTALADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ.....	42
FIGURA 15 – INSPEÇÕES NA BR-262/MS PARA O REGISTRO DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA.....	43
FIGURA 16 – RADAR DO TIPO PISTOLA UTILIZADO PARA REGISTRAR A VELOCIDADE DOS VEÍCULOS NA BR-262/MS.....	45
FIGURA 17 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS SEM SOBREPosição	48
FIGURA 18 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS SOBREPOSTAS	49

FIGURA 19 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NOS PONTOS DE COMPARAÇÃO	54
FIGURA 20 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO INTERVALO DE AVALIAÇÃO DA MIGRAÇÃO DE ACIDENTES PARA AS ADJACÊNCIAS DOS CEVS.....	56
FIGURA 21 – ESPÉCIES COM MAIORES REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) LOBINHO (<i>C. THOUS</i>) E (B) TAMANDUÁ-MIRIM (<i>T. TETRACTYLA</i>); (C) TATU-PELUDO (<i>E. SEXCINCTUS</i>); (D) CAPIVARA (<i>H. HYDROCHAERIS</i>); (E) TATU-GALINHA (<i>D. NOVEMCINCTUS</i>); (F) QUATI (<i>N. NASUA</i>)	62
FIGURA 22 – ESPÉCIES COM MAIORES REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) TAMANDUÁ-BANDEIRA (<i>M. TRIDACTYLA</i>); (B) MÃO-PELADA (<i>P. CANCRIVORUS</i>); (C) JACARÉ-DO-PANTANAL (<i>C. YACARE</i>); (D) TEIÚ (<i>TUPINAMBIS</i> SPP.); (E) CARCARÁ (<i>C. PLANCUS</i>) E (F) URUBU-PRETO (<i>C. ATRATUS</i>)	63
FIGURA 23 – ESPÉCIES OBSERVADAS COM FREQUÊNCIA AO LONGO DA RODOVIA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) GRUPO DE CAPIVARAS NO ACOSTAMENTO DA RODOVIA; (B) CARCARÁ URUBU-PRETO SE ALIMENTANDO DE CARÇAÇAS NO ACOSTAMENTO DA RODOVIA	64
FIGURA 24 – ESPÉCIES DA LISTA NACIONAL OFICIAL DE ESPÉCIES DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM REGISTRO DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) TAMANDUÁ-BANDEIRA (<i>M. TRIDACTYLA</i>); (B) ANTA (<i>T. TERRESTRES</i>).....	65
FIGURA 25 – ESPÉCIES DA LISTA NACIONAL OFICIAL DE ESPÉCIES DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM REGISTRO DE	

ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) CERVO-DO-PANTANAL (<i>B. DICHOTOMUS</i>); (B) QUEIXADA (<i>T. PECARI</i>); (C) ONÇA-PINTADA (<i>P. ONCA</i>); (D) GATO-MOURISCO (<i>P. YAGOUAROUNDI</i>) E (E) CACHORRO-VINAGRE (<i>S. VENATICUS</i>)	66
FIGURA 26 – CERVOS-DO-PANTANAL OBSERVADOS A PARTIR DA RODOVIA BR-262/MS. (A) E (B) MACHO ADULTO; (C) FÊMEA COM FILHOTE; (D) E (E) MACHO JOVEM	67
FIGURA 27 – EVOLUÇÃO DO VOLUME ANUAL DE VEÍCULOS NA BR-262/MS CONTABILIZADOS NA PRAÇA DE PEDÁGIO DE PORTO MORRINHO, MUNICÍPIO DE CORUMBÁ, ENTRE O PERÍODO DE 2009 A JULHO DE 2015	68
FIGURA 28 – VARIAÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O PERÍODO DE ESTUDO. AS CAIXAS REPRESENTAM 50% DOS DADOS, A LINHA CENTRAL REPRESENTA A MEDIANA, E O PONTO EM DESTAQUE O VMDA PARA CADA ANO DE MONITORAMENTO.....	69
FIGURA 29 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) PARA O REGISTRO DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA POR INSPEÇÃO NO PERÍODO DE ESTUDO.....	70
FIGURA 30 – DIAGRAMA DE DISPERSÃO DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME MÉDIO DIÁRIO SEMANAL DE TRÁFEGO E OS REGISTROS DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA POR INSPEÇÃO REALIZADA NA BR-262/MS ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ	71
FIGURA 31 – REGISTRO DA VELOCIDADE VEICULAR NA RODOVIA BR-262/MS, SEGMENTO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) E (B) REGISTRO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS DE PASSEIO; (C) E (D) REGISTRO DA VELOCIDADE DE UM VEÍCULO UTILITÁRIO (CAMINHONETE).....	72
FIGURA 32 – VARIAÇÃO DAS VELOCIDADES MEDIDAS PARA VEÍCULOS LEVES E PESADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, NOS PONTOS FORA DA INFLUÊNCIA DOS	

CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE. AS CAIXAS REPRESENTAM 50% DOS DADOS, A LINHA CENTRAL REPRESENTA A MEDIANA, E O PONTO EM DESTAQUE INDICA A MÉDIA DAS VELOCIDADES REGISTRADAS73

FIGURA 33 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA VEÍCULOS LEVES NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE74

FIGURA 34 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA VEÍCULOS PESADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE75

FIGURA 35 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA TODOS OS VEÍCULOS E ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ77

FIGURA 36 – AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DOS CEVS PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO, PARA O INTERVALO DE INFLUÊNCIA DE 1000 METROS NOS (A) CEVS SEM SOBREPOSIÇÃO E (B) NOS CEVS COM SOBREPOSIÇÃO. (MÉDIA \pm ERRO PADRÃO; P-VALOR)79

FIGURA 37 – AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DOS CEVS PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO, PARA O INTERVALO DE AVALIAÇÃO INTERMEDIÁRIO DE 500 METROS NOS (A) CEVS SEM SOBREPOSIÇÃO E (B) NOS CEVS COM SOBREPOSIÇÃO. (MÉDIA \pm ERRO PADRÃO; P-VALOR)80

FIGURA 38 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) PARA OS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NOS PERÍODOS “ANTES” E “DEPOIS”, PARA O INTERVALO DE AVALIAÇÃO DA MIGRAÇÃO DE ACIDENTES DOS CEVS E O INTERVALO DE INFLUÊNCIA DO GRUPO DE COMPARAÇÃO83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, AVES E RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-262/MS, TRECHO ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ, ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2011 A MAIO DE 2012 (ANTES) E DE JULHO DE 2014 A JUNHO DE 2015 (DEPOIS)	58
TABELA 2 – AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS, SEM E COM A SOBREPOSIÇÃO DOS INTERVALO DE AVALIAÇÃO, PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO	78

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – TIPOS DE GRUPOS DE COMPARAÇÃO UTILIZADOS ESTUDOS OBSERVACIONAIS DE ANTES – DEPOIS DE MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA E OS FATORES DE CONFUSÃO NORMALMENTE CONTROLADO POR CADA TIPO DE GRUPO DE COMPARAÇÃO	39
QUADRO 2 – LOCALIZAÇÃO DOS CEVS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ.....	40
QUADRO 3 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ	44
QUADRO 4 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE NAS PROXIMIDADES DE SEIS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ.....	44
QUADRO 5 – CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE SEM A SOBREPOSIÇÃO DE INTERVALO DE INFLUÊNCIA.....	47
QUADRO 6 - CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE COM SOBREPOSIÇÃO DE INTERVALO DE INFLUÊNCIA.....	48
QUADRO 7 – PARÂMETROS UTILIZADOS NA ANÁLISE ANTES – DEPOIS	50
QUADRO 8 – CONTAGENS DE ACIDENTES E VALORES ESPERADOS	50
QUADRO 9 – QUATRO PASSOS DO ESTUDO ANTES – DEPOIS COM LOCAIS DE COMPARAÇÃO	52
QUADRO 10 – PONTOS QUE COMPÕEM O GRUPO DE COMPARAÇÃO E SUAS LOCALIZAÇÕES.....	53

LISTA DE SIGLAS

AGESUL	- Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos
CEV	- Controlador Eletrônico de Velocidade
CNT	- Confederação Nacional do Transporte
DNER	- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GC	- Grupo de Comparação
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ITTI	- Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura
PC	- Ponto de Comparação
SEOP	- Secretaria de Estado de Obras Públicas e de Transporte
SNV	- Sistema Nacional de Viação
ucp	- Unidades de carros de passeio
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
VMDa	- Volume Médio Diário anual
VMDs	- Volume Médio Diário semanal
vpd	- Veículos por dia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVO GERAL.....	23
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1	EVOLUÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA E DA FROTA VEICULAR BRASILEIRA	24
2.2	IMPACTOS DAS RODOVIAS SOBRE A FAUNA SILVESTRE	26
2.2.1	Tráfego x atropelamentos de fauna.....	28
2.3	MEDIDAS MITIGADORAS DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA.....	30
2.3.1	Efeito das medidas de mitigação.....	31
2.3.1.1	Regressão à média	33
2.3.1.2	Tendências de longo prazo	34
2.3.1.3	Alteração no volume de tráfego.....	35
2.3.1.4	Eventos coincidentes.....	36
2.3.1.5	Introdução de múltiplas medidas	37
2.3.1.6	Migração de acidentes	37
2.3.2	Estudo de antes – depois com grupo de comparação.....	37
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
3.2	COLETA DOS DADOS.....	43
3.2.1	Atropelamentos de fauna.....	43
3.2.2	Tráfego – volume e velocidade.....	44
3.3	ANÁLISE DOS DADOS.....	46
3.3.1	Fauna atropelada	46
3.3.2	Efeito do tráfego	46
3.3.3	Avaliação do efeito dos cevs	47

3.3.3.1	Método antes – depois com grupo de comparação	50
3.3.3.2	Identificação dos locais de comparação	53
3.3.3.3	Análise estatística.....	54
3.3.3.4	Controle dos fatores de confusão.....	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	FAUNA ATROPELADA	57
4.2	O TRÁFEGO E OS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA BR-262/MS	68
4.2.1	Volume de tráfego	68
4.2.1.1	Volume de tráfego x atropelamentos de fauna	70
4.2.2	Velocidade de tráfego.....	72
4.2.2.1	Efeito dos CEVs sobre a velocidade praticada.....	73
4.2.3	Avaliação da eficácia dos cevs.....	76
4.2.3.1	Migração dos acidentes.....	82
5	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

A implantação e operação de empreendimentos lineares, como as rodovias, resultam em uma série de impactos ambientais. Entre estes, a mortalidade de animais silvestres por atropelamento configura-se como um impacto direto sobre a fauna local, além de representar um risco a segurança dos usuários das rodovias.

Há quase duas décadas, Forman e Alexander (1998, p. 212) já destacavam que as rodovias provavelmente já haviam ultrapassado a caça como a principal causa direta de mortalidade de vertebrados. E, atualmente, muito embora se busque adotar os princípios de evitar, minimizar, mitigar e compensar os impactos das rodovias e do tráfego sobre o funcionamento de ecossistemas saudáveis, nem todos os impactos podem ser totalmente mitigados, e nem todas as medidas de mitigação são igualmente eficazes. (VAN DER REE et al., 2015).

Assim, o atropelamento de animais silvestres é crescente conforme a malha viária se expande e aumenta a circulação e a velocidade dos veículos. (SEILER e HELLDIN, 2006).

No Brasil, a grande expansão rodoviária entre as décadas de 40 e 60, induziu o desenvolvimento econômico do país, mas, em sua concepção e gestão, as prioridades foram em termos de eficiência de prazo, de custos e de técnica. Hoje, com pouco mais de 1,5 milhão de quilômetros de rodovias, pavimentadas e não pavimentadas, e uma frota de veículos automotores que cresce a cada ano, Bager et al. (2016) estimam que 475 milhões de vertebrados sejam mortos por atropelamentos todos os anos no Brasil.

Neste panorama, a rodovia federal BR-262, no estado do Mato Grosso do Sul é uma das principais rodovias federais, ligando Corumbá, na fronteira Brasil/Bolívia à capital Campo Grande, atravessando a planície de inundação do Pantanal sul-mato-grossense, especificamente entre a ligação das cidades de Corumbá e Anastácio.

Neste trecho da rodovia, diversos animais silvestres são facilmente observados, dentre os quais répteis (jacaré-do-pantanal), mamíferos (capivaras, cervo-do-pantanal, tamanduás, tatus) e aves diversas, com destaque ao tuiuiú, ave símbolo do Pantanal. Um dos Biomas mais preservados, o Pantanal surpreende pela alta densidade de muitas espécies de grandes vertebrados brasileiros. (IBAMA, 2002).

No entanto, maior do que probabilidade de observar a fauna local em seu ambiente natural é a de se deparar com a mesma atropelada na BR-262/MS.

No período de junho de 2011 a maio de 2012 foram registrados 610 espécimes atropelados na BR-262/MS, entre as cidades de Anastácio a Corumbá, sendo identificados 35 pontos críticos de atropelamentos. (SOBANSKI et al., 2013, 2014).

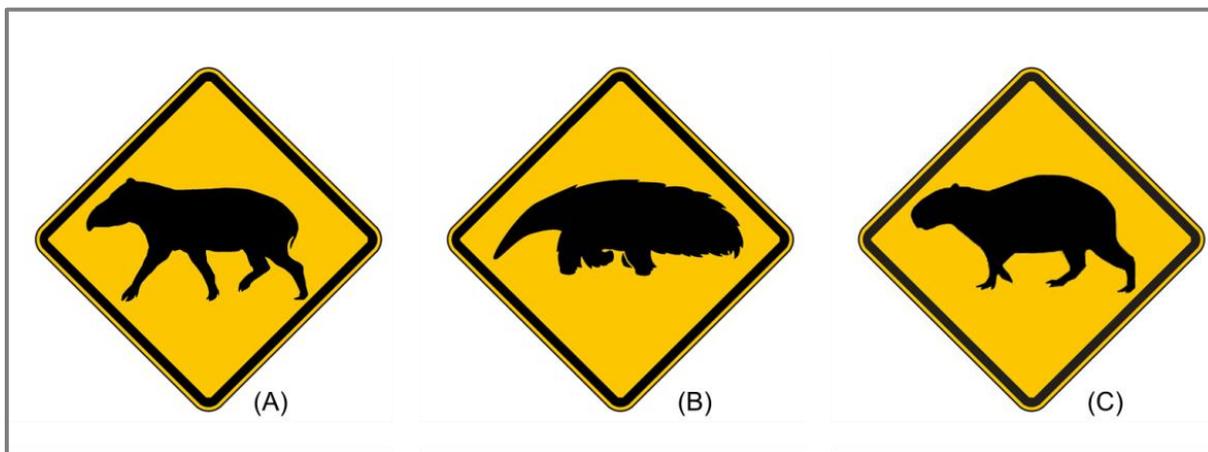
O monitoramento dos atropelamentos de fauna foi realizado no âmbito do processo de licenciamento ambiental das obras de melhorias no pavimento e a implantação de acostamentos no referido segmento, conduzido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O estudo foi realizado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)/Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI) através de Termo de Cooperação Técnica com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), órgão responsável pela gestão das rodovias federais brasileiras, e teve como resultado uma proposta de dispositivos de proteção à fauna visando a minimização deste impacto na BR-262/MS. (SOBANSKI et al., 2013).

As medidas propostas contemplavam:

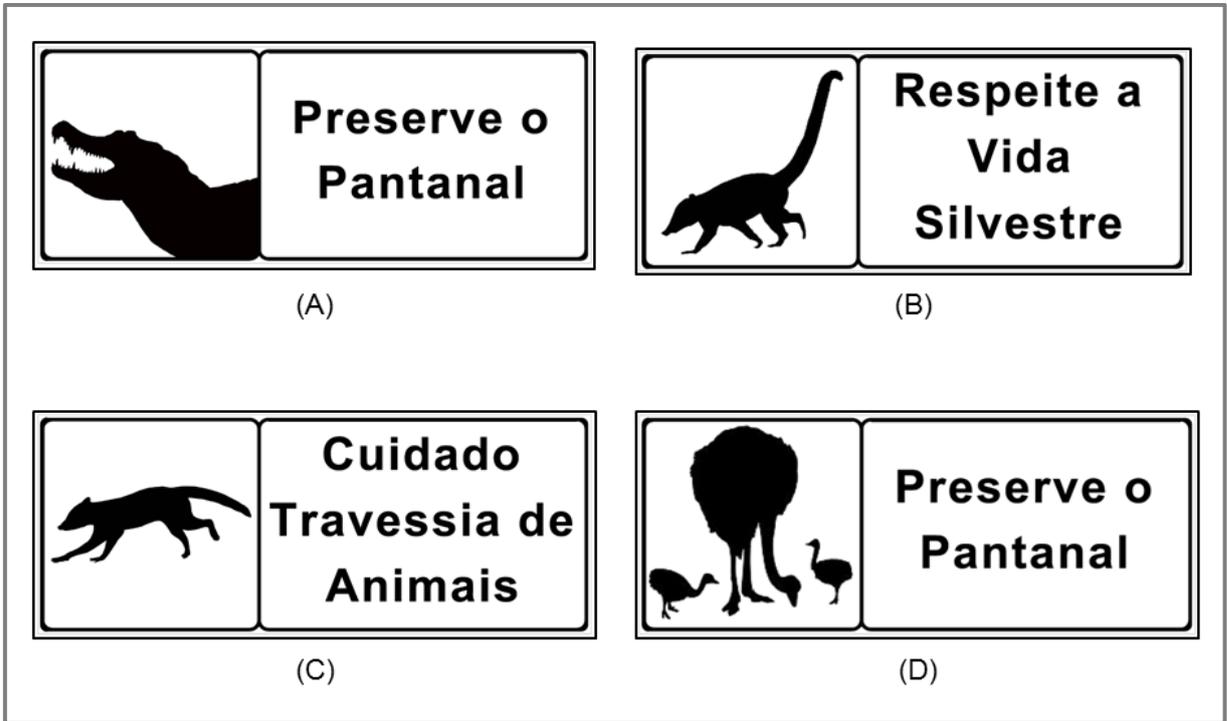
- sinalização vertical de advertência e educativa com pictogramas da fauna local, conforme FIGURA 1 e FIGURA 2;
- a supressão da densa vegetação herbácea e arbustiva contígua ao acostamento da rodovia;
- segmentos de tela associados a passagens inferiores (FIGURA 3); e a
- implantação de controladores eletrônicos de velocidade (CEVs).

FIGURA 1 – PROPOSTA DE SINALIZAÇÃO VERTICAL DE ADVERTÊNCIA DIFERENCIADA, COM PICTOGRAMAS DA FAUNA BRASILEIRA. (A) ANTA, (B) TAMANDUÁ-BANDEIRA E (C) CAPIVARA



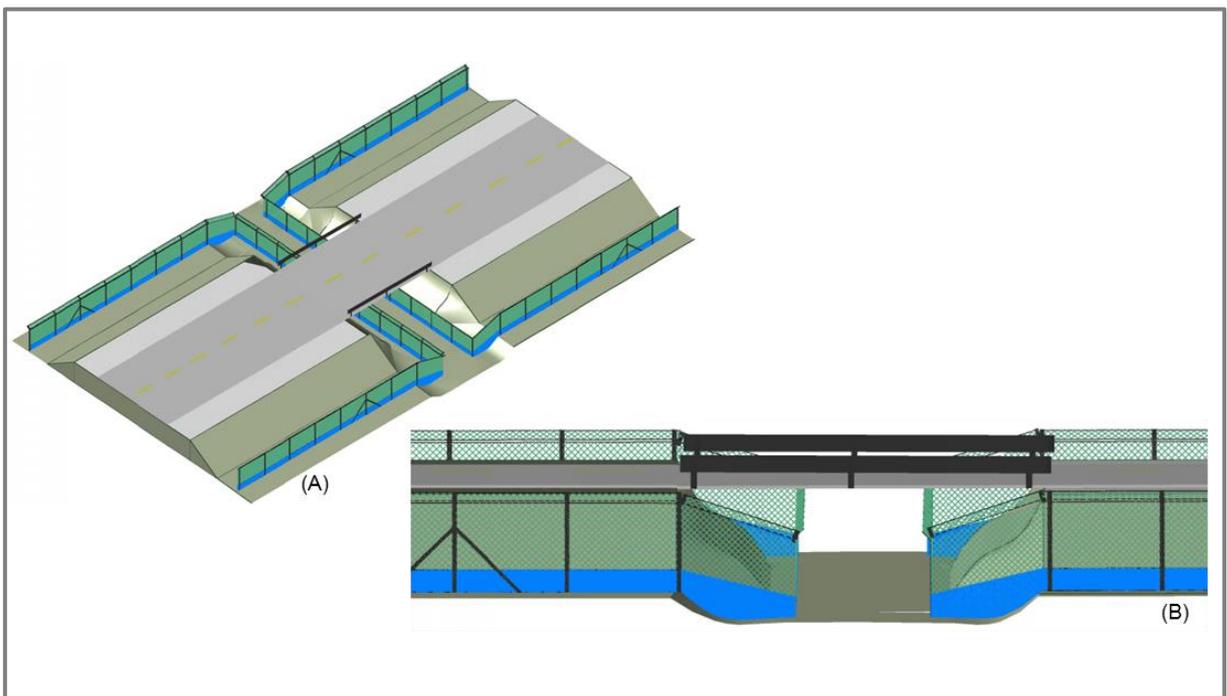
FONTE: SOBANSKI et al. (2013).

FIGURA 2 – PROPOSTA DE SINALIZAÇÃO VERTICAL EDUCATIVA DIFERENCIADA, COM PICTOGRAMAS DA FAUNA BRASILEIRA. (A) JACARÉ-DO-PANTANAL; (B) QUATI; (C) MÃO-PELADA E (D) EMA



FONTE: SOBANSKI et al. (2013).

FIGURA 3 – TELA DE SEGURANÇA PROPOSTA. (A) VISTA EM PLANTA E (B) VISÃO 3D DA TELA PASSANDO POR BAIXO DA OBRA-DE-ARTE-ESPECIAL, PARA CONDUZIR A FAUNA PELA PASSAGEM INFERIOR



FONTE: SOBANSKI et al. (2013).

Das medidas propostas, a instalação de 20 CEVs do tipo fixo foi a primeira medida adotada pelo DNIT, no segmento da BR-262/MS entre Anastácio e Corumbá, visando especificamente a diminuição de atropelamentos de animais silvestres, conforme visualizado na FIGURA 4.

FIGURA 4 - CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE DO TIPO FIXO INSTALADOS NA RODOVIA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ



FONTE: O autor (2016).

Efetivamente, o risco de envolvimento em acidentes rodoviários cresce exponencialmente com o aumento da velocidade veicular, podendo parte deste ser evitado simplesmente se os veículos trafegassem a uma velocidade menor. (KLOEDEN et al.,2001).

Assim, tendo sido os CEVs implementados ao longo da rodovia BR-262/MS, a avaliação da medida adotada é uma etapa essencial para diagnosticar o seu efeito sobre a ocorrência de atropelamentos de animais silvestres.

Segundo Elvik (2000), o método mais comumente utilizado para a avaliação de medidas de segurança viária é o estudo antes – depois com grupo de comparação. Sendo que, o grupo de comparação visa minimizar os efeitos de qualquer variável, que não a medida adotada, e que possa afetar o número de acidentes, e uma vez não considerados, podem levar a uma super ou subestimativa da eficácia da medida de segurança. (ELVIK, 1997, 2000, 2008).

Neste sentido, o presente estudo visa avaliar o efeito da instalação dos CEVs sobre a mortandade direta de animais silvestres por atropelamento na rodovia BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá, com 284,2 km de extensão.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do uso de CEVs na redução de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262/MS, trecho de Anastácio/MS a Corumbá/MS.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No intuito de contribuir para a minimização das questões ambientais envolvendo o atropelamento de animais silvestres em rodovias brasileiras, o presente trabalho teve como objetivos específicos:

- Analisar a relação entre o tráfego de veículos e os registros de atropelamentos de animais silvestres;
- Estimar o efeito dos CEVs na redução da velocidade veicular praticada pelos motoristas;
- Avaliar a eficácia global da implantação dos CEVs na redução de atropelamentos de animais silvestres através do estudo de caso da rodovia BR-262/MS, no trecho de Anastácio/MS a Corumbá/MS.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta o contexto necessário para a compreensão dos principais temas abordados neste trabalho, ou seja; o impacto das rodovias e de seu tráfego sobre a fauna silvestre, a adoção de medidas mitigadoras e a importância de uma avaliação mais criteriosa do efeito das medidas adotadas no âmbito da segurança viária.

2.1 EVOLUÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA E DA FROTA VEICULAR BRASILEIRA

As infraestruturas de transporte são elementos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de um país, dada a sua relação com todos os demais setores produtivos, desde a obtenção de matéria-prima, a produção/beneficiamento, a distribuição/comercialização e o consumo dos produtos. (CNT, 2014).

A primeira estrada de rodagem do Brasil foi inaugurada em 1861, a estrada União Indústria, ligando Minas Gerais ao Rio de Janeiro, o marco inicial da história do rodoviarismo nacional. (DNIT, 2015).

Contudo, no século XX, o Brasil contava somente com 423 km de rodovias pavimentadas até meados da década de 40, panorama que se alterou a partir da publicação do Decreto-lei nº 8.463 de 27 de dezembro de 1945, que conferia autonomia técnica e financeira ao então Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), fundado em 1937. (DNIT, 2015).

Conhecida como a Lei Joppert, devido ao então ministro da Viação e Obras Públicas, Maurício Joppert da Silva, em 1950 o Brasil já contava com 968 km de malha rodoviária pavimentada, o dobro do verificado em 1945. O país começava então a ver explodir o rodoviarismo nas décadas seguintes e, ao final dos anos 60, com exceção de Manaus e Belém, todas as capitais estavam interligadas por estradas federais. (DNIT, 2015).

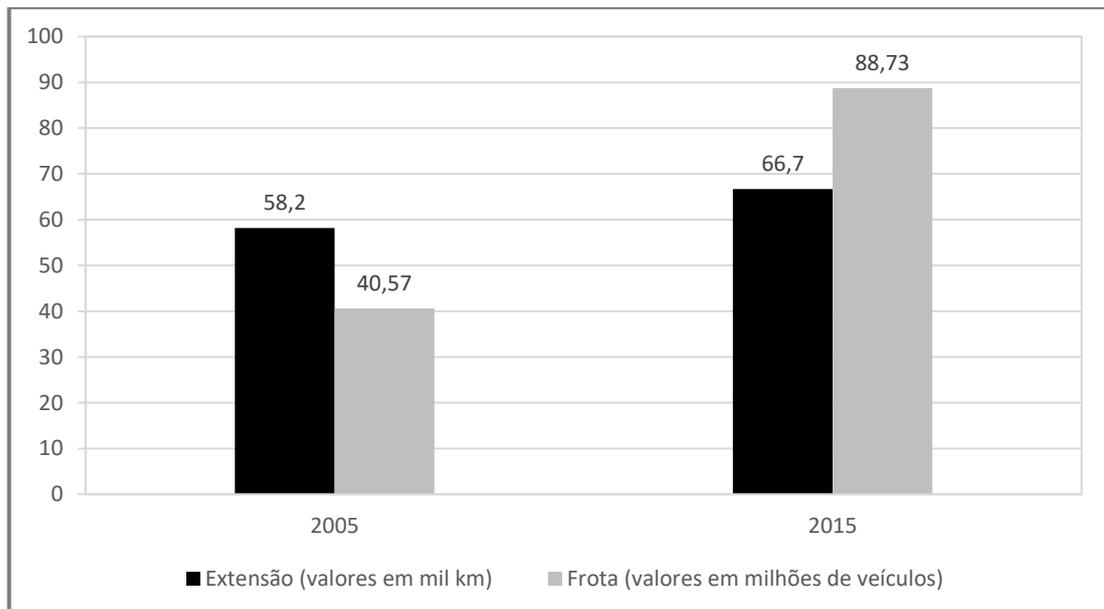
Assim, desde meados do século XX, os investimentos em rodovias cresceram com a justificativa de induzir ao desenvolvimento do país e permitir o escoamento da produção agrícola e industrial, com a execução das obras realizada de modo a garantir a eficiência em termos de prazo, custos e técnica, relegando, contudo, aspectos inerentes à integridade do meio ambiente. (RATTON et al., 2013).

Hoje, o Brasil possui o modal rodoviário como a principal matriz de transporte, seja de passageiros bem como para o transporte de cargas (61,1%). (CNT, 2014).

Segundo os dados do Sistema Nacional de Viação – SNV¹ de 2015, existem no Brasil, aproximadamente 1.720.755 quilômetros de rodovias, entre trechos planejados (9,1%), não pavimentados (78,6%) e pavimentados (12,3%), nas esferas federal, estadual e municipal.

Como visualizado na FIGURA 5, a malha rodoviária federal pavimentada teve um crescimento de 14,7% nos últimos dez anos, passando de 58,2 mil km no ano de 2005 para 66,7 mil km no ano de 2015, oito vezes menor se comparado com o aumento da frota de veículos para o mesmo período, que foi de 118,7%, passando de aproximadamente 40,5 milhões para mais de 88 milhões de veículos automotores, o que representa uma pressão crescente nas rodovias brasileiras. (CNT, 2015).

FIGURA 5 – CRESCIMENTO DA MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA E DA FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS PARA O PERÍODO DE 2005 A 2015



FONTE: Dados CNT (2015).

Segundo o Plano CNT de Transporte e Logística 2014, a oferta de infraestrutura de transporte no Brasil é insuficiente quando comparada a sua extensão com as malhas de países de dimensões semelhantes. (CNT, 2014).

Para a infraestrutura rodoviária, o Plano CNT de Transporte e Logística 2014

¹ SNV de 15 de dezembro de 2015

prevê a necessidade de investimentos significativos e continuados em intervenções de: duplicação, adequação, recuperação do pavimento, construção de novos trechos e pavimentação de trechos já existentes e não pavimentados.

No que se refere à construção de novos trechos rodoviários, o Plano aponta a necessidade de investimentos para a implantação de 8.691 km para reduzir os gargalos físicos que comprometem todo o sistema logístico e inibem a competitividade do país, no que tange à sua infraestrutura. (CNT, 2014).

Diante deste panorama de necessidade de expansão da malha rodoviária brasileira, deve-se compreender os impactos deste tipo de empreendimento sobre o meio ambiente.

2.2 IMPACTOS DAS RODOVIAS SOBRE A FAUNA SILVESTRE

A mobilidade das pessoas e o transporte de cargas é um componente essencial do mundo moderno, contudo, a infraestrutura de transporte que permite a conectividade entre as comunidades humanas muitas vezes resulta em diminuição da conectividade entre remanescentes florestais e das populações de animais silvestres. (ROEDENBECK et al., 2007).

Segundo Ullman (1956, p. 862), “poucas forças têm sido mais influentes na modificação da Terra do que o transporte”. Efetivamente, os empreendimentos lineares, entre eles as rodovias, afetam tanto o meio biótico (fauna e flora) quanto os componentes abióticos da paisagem (iluminação, qualidade do ar e da água, aumento da ocorrência de processos erosivos). (COFFIN, 2007).

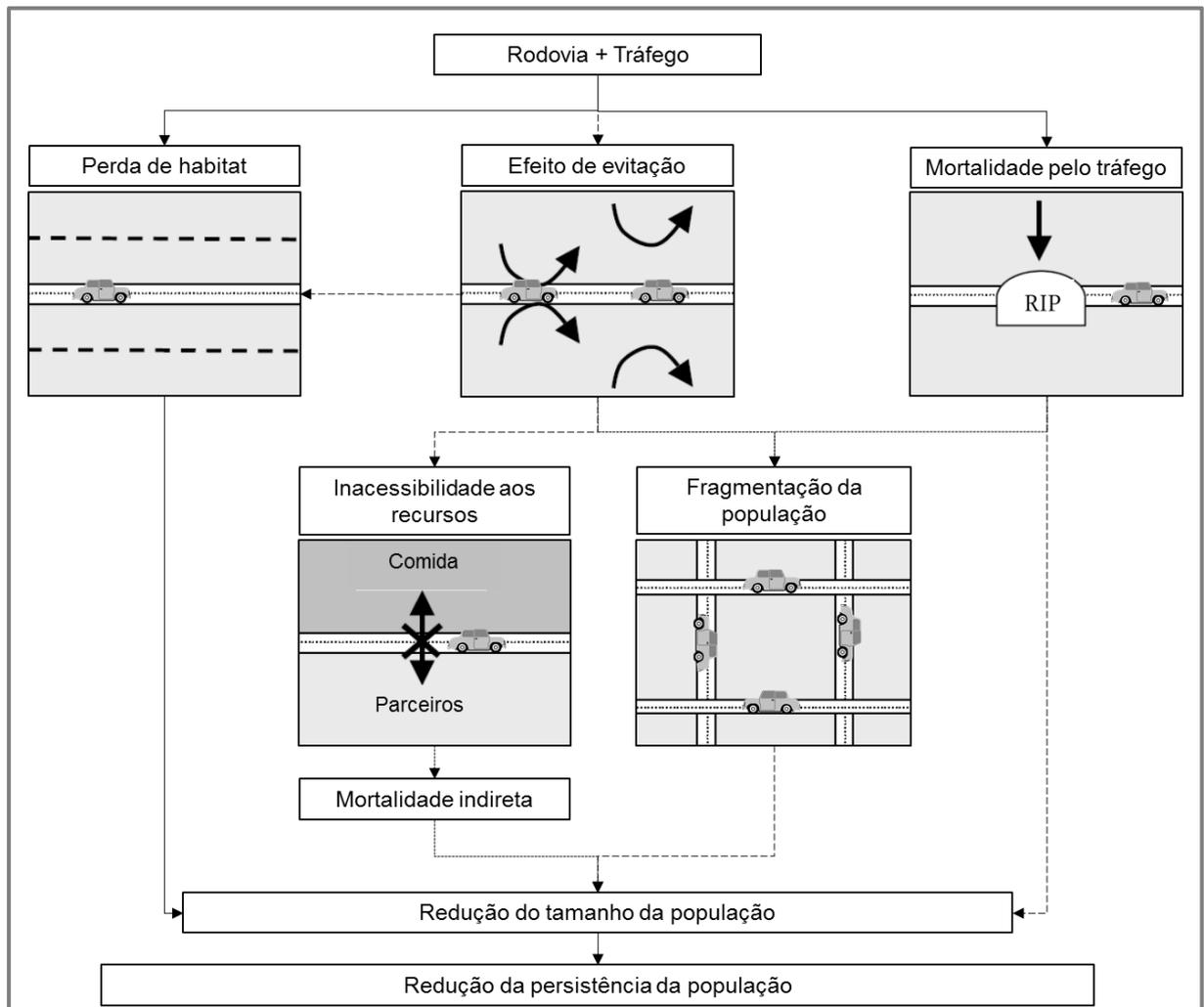
Para a fauna silvestre, as rodovias e o tráfego alteram a composição da paisagem, tendo como efeitos principais, o aumento da mortalidade, a diminuição da quantidade e da qualidade do *habitat*, e a fragmentação das populações em pequenas subpopulações mais vulneráveis a uma extinção local. (FAHRIG, 2001; CARR et al., 2002; FORMAN et al., 2003; RYTWINSKI e FAHRING, 2015).

Contudo, há pouca evidência para estimar a magnitude desses efeitos, ou seja, as estradas podem afetar a persistência da população através de seus efeitos sobre a densidade populacional, existem vários mecanismos para estes efeitos, mas são necessárias mais investigações para estimar a magnitude dos mesmos. (FAHRIG, 2001; RYTWINSKI e FAHRING, 2015).

A FIGURA 6 apresenta de forma resumida os principais efeitos das rodovias

sobre as populações de animais silvestres, como proposto por Fahrig (2001).

FIGURA 6 – POSSÍVEIS EFEITOS DAS RODOVIAS E DO TRÁFEGO SOBRE A PERSISTÊNCIA DAS POPULAÇÕES DE ANIMAIS SILVESTRES. AS LINHAS CONTÍNUAS REPRESENTAM BOAS EVIDÊNCIAS PARA O EFEITO, AS LINHAS TRACEJADAS EVIDÊNCIA MODERADA PARA O EFEITO E AS LINHAS PONTILHADAS REPRESENTAM EVIDÊNCIA FRACA, OU SEJA, ÁREAS ONDE MAIORES INVESTIGAÇÕES DEVEM SER CONDUZIDAS



FONTE: Adaptado de FAHRIG (2001).

Roedenbeck et al. (2007) indicam que para avaliar o efeito da mortalidade rodoviária sobre a persistência de uma população de animais silvestres são necessárias informações sobre o tamanho da população, a variabilidade, e a probabilidade de mecanismos compensatórios, tais como a redução de outras fontes de mortalidade ou o aumento da reprodução em resposta à mortalidade de estrada.

Na verdade, bilhões de vertebrados são mortos a cada ano em colisões com carros, trens, barcos e aviões, com os números aumentando progressivamente conforme as redes de infraestrutura se expandem, e a velocidade e a frota de veículos

aumentam de ano para ano. (SEILER e HELLDIN, 2006).

Ademais, vale ressaltar que colisões de veículos com espécies de grande porte (e.g. cervos, antas e capivaras) podem resultar, além de danos aos veículos, em vítimas humanas.

Como os animais se movimentam devido a uma variedade de razões, muitas vezes interagindo com as rodovias e o tráfego que atravessam a paisagem, sempre existirá o risco de uma colisão com um veículo quando o animal tentar transpor a rodovia. (GUNSON e TEIXEIRA, 2015).

Dentre os fatores que favorecem a ocorrência das colisões entre veículos e animais, Seiler e Helldin (2006) resumem três categorias principais:

- a fauna, sua abundância, ecologia e comportamento;
- o ambiente, incluindo a própria rodovia e a paisagem do entorno;
- o tráfego, com suas características de volume e velocidade.

Bissonette e Kassar (2006) adicionam o comportamento do condutor como um fator também a ser usado para descrever a mortalidade de animais silvestres por colisões veiculares. Segundo os autores, a forma como os motoristas reagem às variáveis ambientais, rodoviárias e do comportamento animal pode afetar o número de colisões entre veículos e animais silvestres, com fatores como fadiga, brilho, e inabilidade do motorista para distinguir objetos com cores semelhantes e estimar a distância podem influenciar a frequência de colisões. (BISSONETTE e KASSAR, 2006).

2.2.1 Tráfego e Atropelamento de Fauna

Dentre os fatores anteriormente citados por favorecer a ocorrência de colisões entre veículos e animais, ressalta-se o tráfego, com suas características de volume e velocidade.

Para Forman et al. (2003), tanto a velocidade do veículo, como o volume de tráfego, influenciam nas colisões com animais silvestres. A velocidade do tráfego é apontada por Seiler (2003) como um dos fatores mais importantes na determinação dos riscos de colisão com alces na Suécia.

Segundo Kloeden et al. (2001, p. 34), o risco de envolvimento em um acidente rodoviário cresce exponencialmente com o aumento da velocidade de deslocamento

livre. Sendo o risco de envolvimento em um acidente duas vezes maior quando se trafega a apenas 10 km.h⁻¹ acima da velocidade média dos outros veículos.

De acordo com os autores, grande parte dos acidentes poderiam ser evitados se os veículos trafegassem a uma velocidade mais lenta, e que a redução do limite máximo de velocidade para 80 km.h⁻¹ em rodovias de pista simples e sentido duplo poderia reduzir a frequência de acidentes em 32%. (KLOEDEN et al., 2001).

Langevelde e Jaarsma (2004) apontam que a velocidade do veículo parece ser importante, uma vez que, quando a velocidade do veículo é menor, a oportunidade, tanto do animal quanto do motorista, para evitar uma colisão é maior.

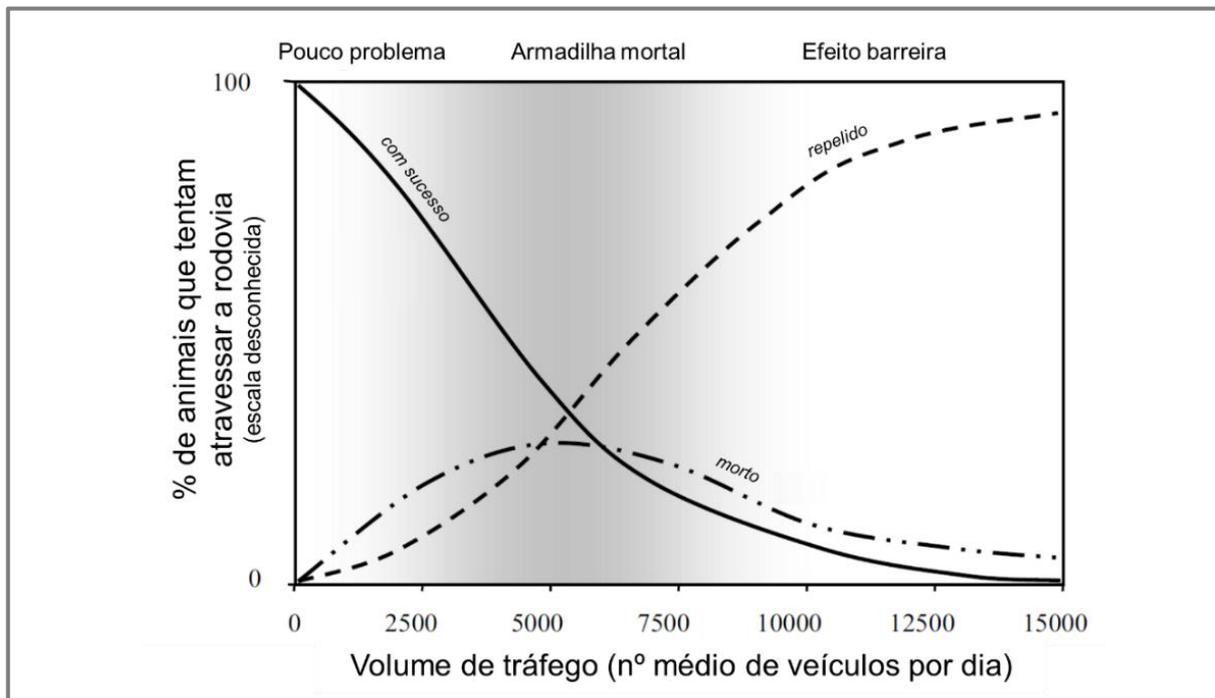
Segundo Meese et al. (2009), quando o volume e a velocidade de tráfego são elevados, a maior parte dos animais percebe a estrada como uma barreira e tendem a não atravessar, mas, com baixos volumes de tráfego pode levar alguns animais a não perceber a estrada como uma barreira e assim tentar atravessá-la. Vale ressaltar que, baixos volumes de tráfego geralmente são acompanhados por aumento da velocidade, e velocidades elevadas podem levar ao aumento das taxas de atropelamentos de animais.

Assim, os autores consideram complexa essa interação entre as características do tráfego e as taxas de colisões de veículos com animais silvestres, ressaltando que essas relações ainda são agravadas pelas variações diárias e sazonais do tráfego e pela movimentação característica da fauna local. (MEESE et al., 2009).

Conforme Seiler e Helldin (2006), “em larga escala, o número de colisões aumentam linearmente com o volume de tráfego, no entanto, localmente o efeito não é necessariamente linear e pode ser confundido pela dinâmica populacional, o comportamento animal, e fatores espaciais e temporais”.

A FIGURA 7 ilustra a interação entre o risco de mortalidade e o efeito de barreira conforme aumenta o volume de tráfego, onde, em volumes baixos de tráfego, os animais podem não perceber a rodovia como uma barreira, e ao tentar atravessá-la apenas alguns indivíduos podem colidir com os veículos. Com o aumento do tráfego, mais animais serão mortos quando tentar atravessar a rodovia. Em rodovias muito movimentadas, no entanto, os animais que se aproximam serão provavelmente repelidos pelo ruído do tráfego ou pela movimentação intensa de veículos, o que reduz o atropelamento, mas também reduz o número de cruzamentos bem-sucedidos. (SEILER e HELLDIN, 2006).

FIGURA 7 – MODELO CONCEITUAL DO EFEITO DO VOLUME DE TRÁFEGO SOBRE A PERCENTAGEM DE ANIMAIS QUE CRUZAM COM SUCESSO A RODOVIA, SÃO REPELIDOS PELO RUÍDO DO TRÁFEGO E MOVIMENTO DO VEÍCULO, OU SÃO MORTOS QUANDO TENTAM ATRAVESSAR



FONTE: Adaptado de SEILER e HELLDIN (2006).

Rodovias com volume de tráfego acima de 10.000 veículos por dia e múltiplas faixas, bem como ferrovias com mais de 15 comboios por hora são consideradas como uma barreira intransponível para a maioria dos animais terrestres. (SEILER e HELLDIN, 2006).

2.3 MEDIDAS MITIGADORAS DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA

Para Carr et al. (2002), quando as rodovias precisam ser construídas, o conhecimento da paisagem e das distribuições e padrões de movimento das populações selvagens, para a correta definição do traçado, é a melhor medida de mitigação. Contudo, uma vez já implantada a rodovia, a compreensão de quando, onde e por que os atropelamentos de animais silvestres ocorrem é essencial para a instalação medidas de mitigação adicionais. (GUNSON e TEIXEIRA, 2015).

Dentre as medidas para reduzir as altas taxas de atropelamentos existem duas categorias, a saber: medidas que alteram o comportamento dos condutores e medidas que afetam o comportamento dos animais silvestres. (CLEVINGER, 2001;

FORMAN et al., 2003; MAGNUS et al., 2004; HOBDAY e MINSTRELL, 2008).

Algumas estratégias adotadas visando à alteração no comportamento dos condutores incluem: sinais de alerta, diminuição dos limites de velocidade, restringir o uso da rodovia durante os períodos de reprodução ou migração, melhoria da visibilidade, programas de conscientização pública. Quanto ao comportamento animal, este pode ser influenciado por; cercas, passagens inferiores, viadutos, espelhos refletores, iluminação da estrada, apitos de alerta ultrassônicos, alteração de habitat. (CLEVENGER, 2001; FORMAN et al., 2003; MAGNUS et al., 2004).

Segundo Bager e Fontoura (2013), as estratégias que visam à redução da mortalidade de animais silvestres, resultante das colisões com veículos, além de evitar o atropelamento também devem permitir a manutenção dos processos ecológicos, como a movimentação, variação genética e a conectividade.

2.3.1 Efeito das medidas de mitigação

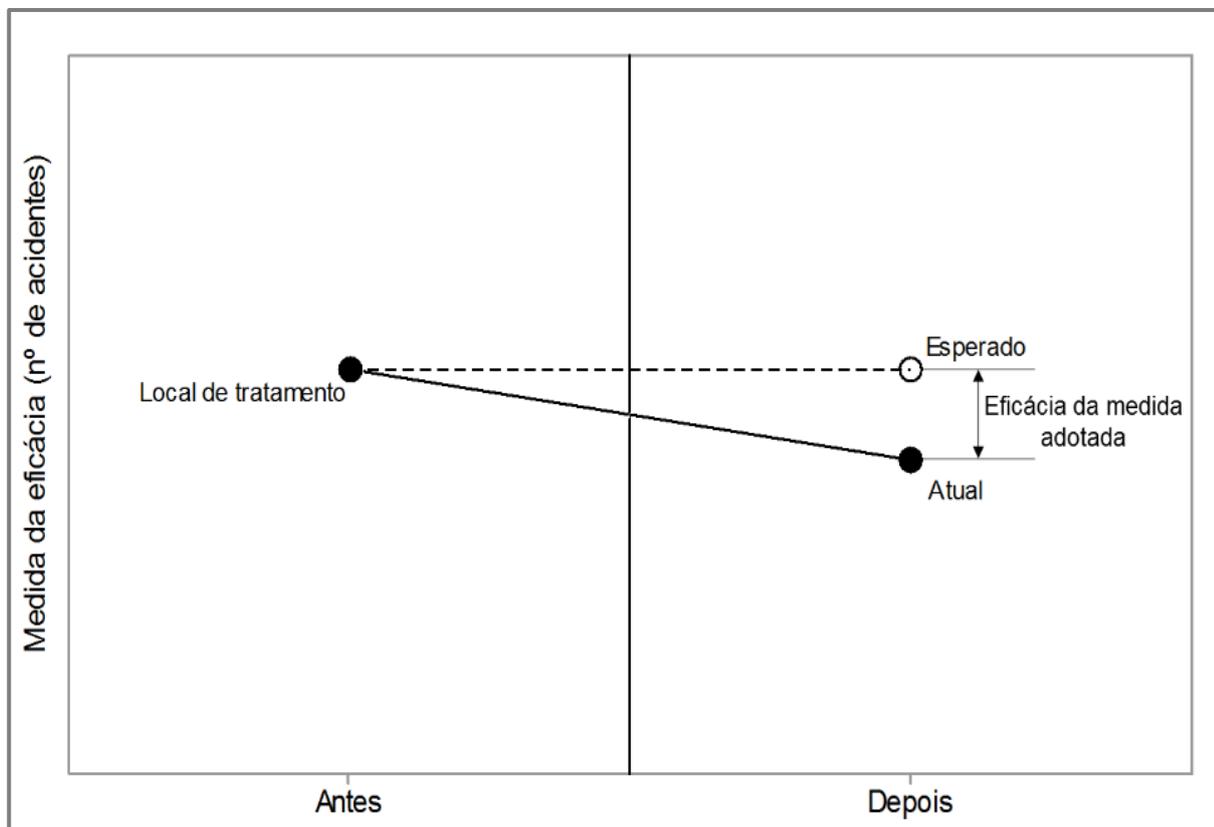
Segundo Framarim (2003, p. 24), “a avaliação de uma medida mitigadora de acidente é essencial para diagnosticar o efeito, positivo ou negativo, do tratamento e então melhorar a precisão e confiança de previsões da efetividade do mesmo”.

Na avaliação dos efeitos de tratamentos adotados na área de segurança viária, frequentemente utiliza-se estudos observacionais de antes – depois, e os efeitos, na maioria dos casos, são expressos em termos de variação percentual do número de acidentes alvo. (ELVIK, 2000, 2008; HOYE et al., 2011).

O princípio básico de um estudo de antes – depois é a comparação da situação sem a aplicação da medida mitigadora (e.g. número de acidentes antes) com outra situação sob o efeito da medida (e.g. número de acidentes depois). (FHWA, 1981; HAUER, 1997; FRAMARIM, 2003; SECO et al., 2008).

Essa simples comparação, dos acidentes ocorridos antes do tratamento com os registros de acidentes depois do tratamento, baseia-se na hipótese de que o número de acidentes não varia com o tempo, sendo os registros de acidentes no período anterior ao tratamento utilizadas para prever como seriam os registros de acidentes no período depois do tratamento, caso o tratamento não tivesse sido implementado (FIGURA 8).(FHWA, 1981; GRIFFIN e FLOWERA, 1996; HAUER, 1997; FRAMARIM, 2003).

FIGURA 8 – SIMPLES COMPARAÇÃO ANTES – DEPOIS. O CÍRCULO ABERTO REPRESENTA O NÚMERO DE ACIDENTES ESPERADOS NO PERÍODO DEPOIS SE O TRATAMENTO NÃO TIVESSE SIDO APLICADO OU SE O MESMO FOSSE TOTALMENTE INEFICAZ



FONTE: Adaptado de FHWA (1981); GRIFFIN e FLOWERS (1996).

Entretanto, Hauer (1997) alerta para o fato de que por esse método não se pode distinguir que parte dessa mudança é devido ao tratamento e que parte é devido a outros fatores que também possam ter sido alterados durante esse tempo.

A esses fatores que podem distorcer uma associação entre uma exposição e um desfecho, denominam-se fatores de confusão, sendo qualquer fator externo (ou seja, alheio a medida mitigadora adotada e não influenciada pela mesma) que pode alterar o número esperado de acidentes e que, se não estimado, pode ser confundido com os efeitos da medida mitigadora a ser avaliada. (ELVIK, 2000, 2002).

Em estudos observacionais de antes – depois que avaliam medidas de segurança viária, os principais fatores de confusão incluem (HAUER, 1997; ELVIK, 2000, 2002, 2008, 2011; HOYE et al., 2011):

- regressão à média;
- tendências de longo prazo;
- alteração no volume de tráfego (não ocasionada pela medida);

- eventos coincidentes (simultâneo à introdução da medida);
- introdução de múltiplas medidas;
- migração de Acidentes.

Elvik (2011) ressalta que se o estudo de avaliação da medida de segurança não permitir o controle dessas fontes de erro, é impossível saber se as alterações encontradas no número de acidentes ocorreram devido ao tratamento adotado.

Ainda segundo o autor, as três primeiras fontes de erro nesta lista são as mais importantes, devendo todo estudo observacional de antes – depois de medidas de segurança viária verificar essas fontes de erro. Quanto as três últimas, deve-se considerar a probabilidade de estas estarem presentes. (ELVIK, 2011, p. 4).

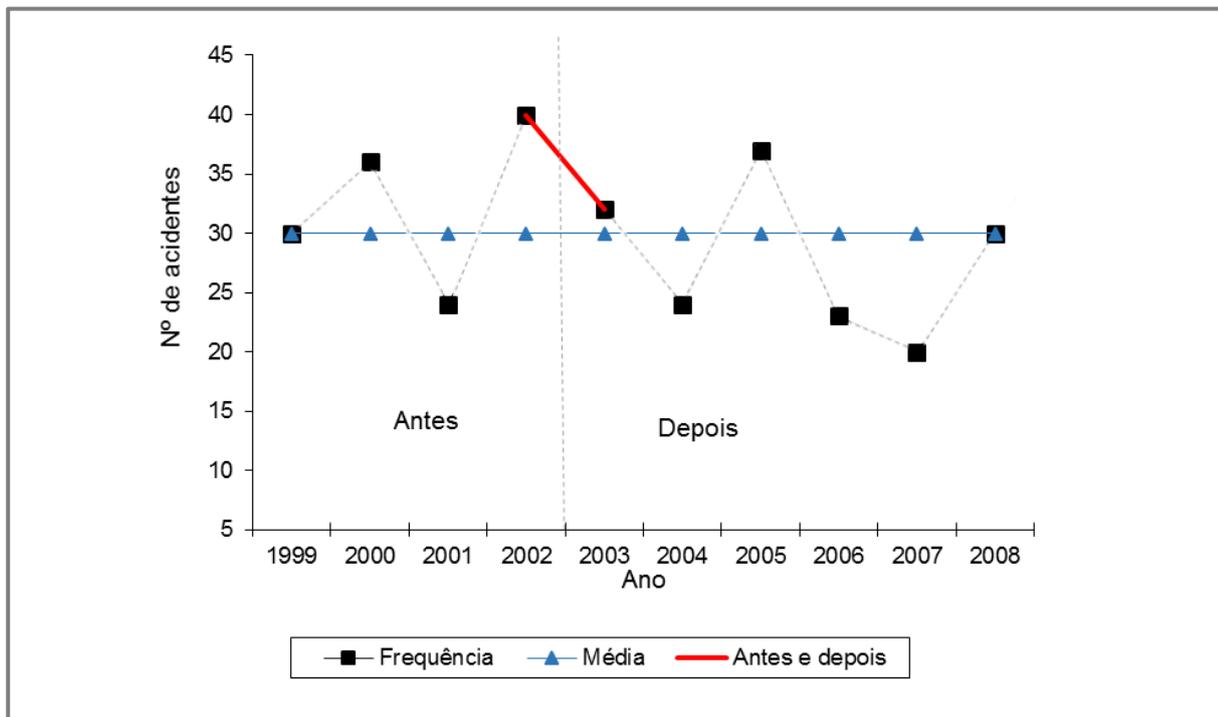
2.3.1.1 Regressão à média

A regressão à média é um viés de seleção, ou seja, um fenômeno estatístico que pode ocorrer sempre que uma amostra não aleatória é selecionada a partir de uma população, sendo o problema mais associado a estudos de antes – depois, uma vez que, na prática, um local geralmente é selecionado para receber um tratamento porque tem um número grande de registros de acidentes em comparação com outros locais similares, com base em registros recentes de acidentes. (HAUER, 1997; VOGELISANG, 1997; SHEN e GAN, 2010).

Logo, estes locais com elevada frequência de acidentes para o período antes tendem a ter maiores reduções na acidentalidade no período depois, mesmo sem qualquer tratamento, pois a frequência de colisão provavelmente seria reduzida simplesmente porque o número de acidentes nos locais tende a regredir ou voltar ao número médio, a longo prazo, devido às variações aleatórias. (SHEN e GAN, 2010).

A FIGURA 9, na sequência, apresenta este conceito conforme exemplo descrito no Manual do Programa de Melhoria da Segurança Viária (FHWA, 2010), onde, a partir do histórico de acidentes em um cruzamento, o mesmo poderia ter sido identificado como de alto risco com base no aumento de acidentes no ano de 2002 e ser selecionado para receber alguma medida de segurança.

FIGURA 9 – EXEMPLO DE REGRESSÃO À MÉDIA



FONTE: Adaptado de FHWA (2010).

Mas, apesar de um tratamento ter sido introduzido no início de 2003, qualquer diferença entre as frequências de acidentes entre o ano de 2002 e os anos de 2003 e 2004, em algum grau desconhecido, não pode ser atribuída ao tratamento, mas sim ao fenômeno de regressão à média. (FHWA, 2010).

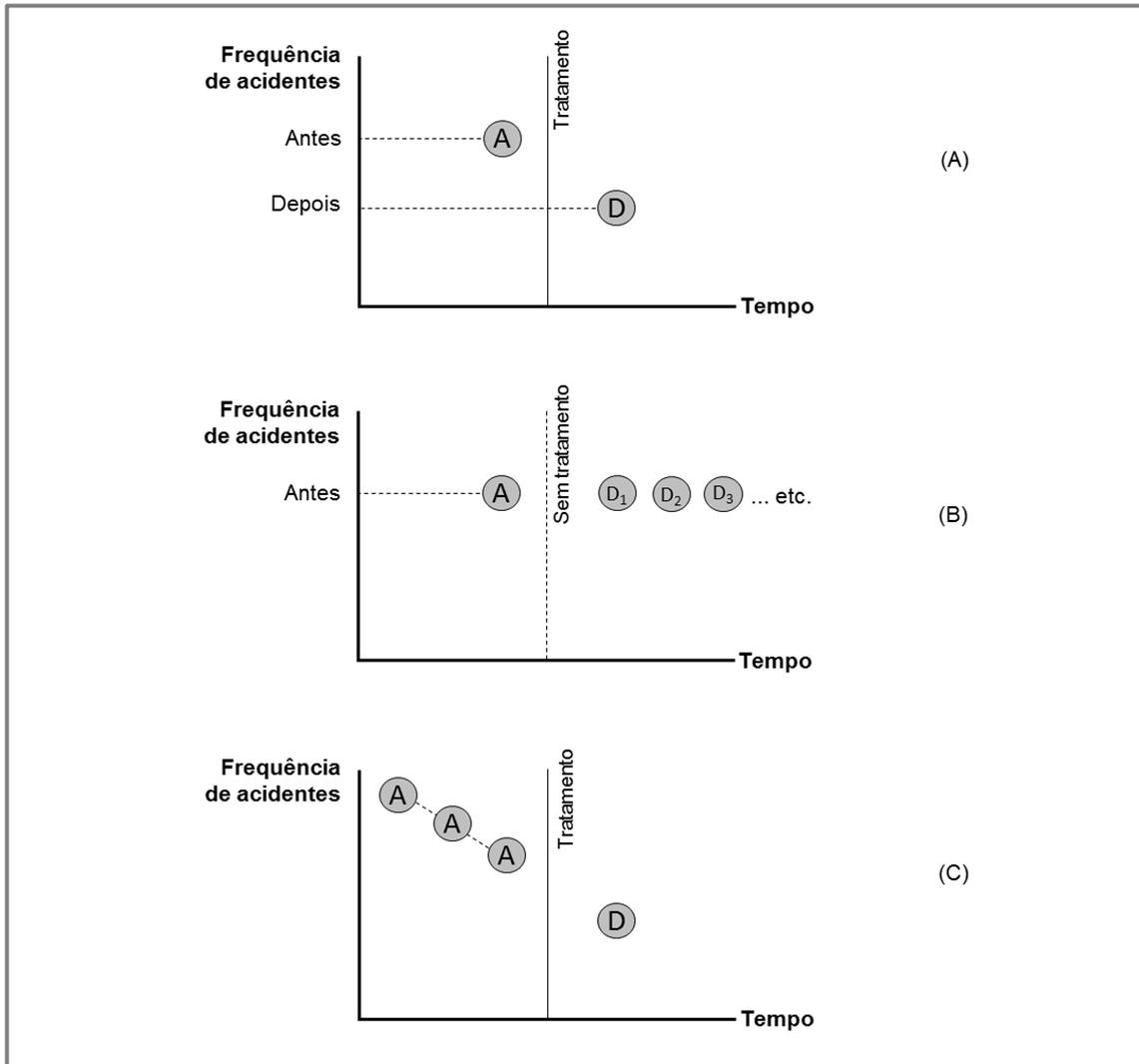
2.3.1.2 Tendências de longo prazo

Segundo Shen e Gan (2010), o número de acidentes em uma rodovia, muitas vezes apresenta uma tendência devido às mudanças temporais em fatores como o volume de tráfego, sazonalidade, economia, e práticas de comunicação de acidentes, podendo uma mudança no número de acidentes entre os períodos antes e depois ser uma extensão de uma tendência para a diminuição ou o aumento continuado que vinha ocorrendo a anos, devido à combinação de outros fatores que não o tratamento aplicado.

Os autores ilustram na FIGURA 10 o problema, sendo que em (A) observa-se que a redução nas frequências de acidentes após o tratamento é igual a $A-D$, tomando por base o pressuposto de que a tendência de acidentes para o período subjacente é como mostrado em (B). No entanto, se o histórico de acidentes exibe

uma tendência conforme apresentado em (C), a redução A–D teria sido superestimada, uma vez que a tendência de acidentes seria provavelmente cair em algum lugar perto da extensão da linha pontilhada observada em (C), mesmo sem o tratamento. (SHEN e GAN, 2010, p. 52-53).

FIGURA 10 – EFEITO DA TENDÊNCIA DE LONGO PRAZO SOBRE A ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE ACIDENTES



FONTE: Adaptado de SHEN e GAN (2010).

2.3.1.3 Alteração no volume de tráfego

O volume de tráfego e a frequência de acidentes têm uma relação direta, ou seja, é provável que a frequência de acidentes tenha sua ocorrência aumentada à medida que o volume de tráfego aumenta. (ITE, 2009).

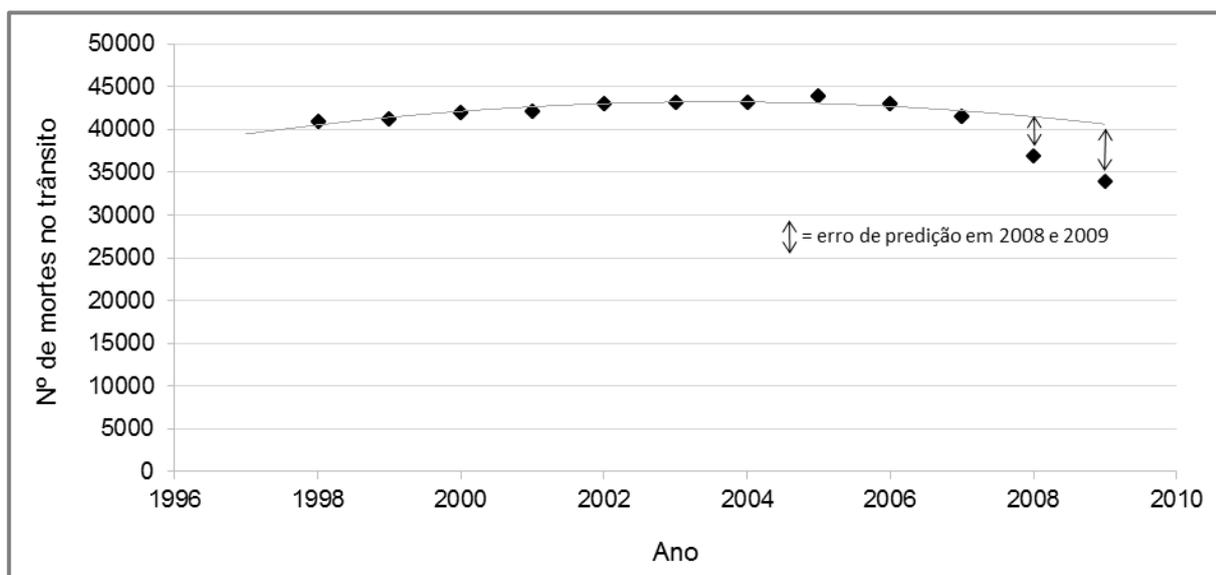
Ademais, a alteração no volume de tráfego deve ser controlada desde que a mesma não seja um resultado da medida introduzida, como por exemplo, a adoção de medidas de *traffic calming* introduzidas a fim de desencorajar o tráfego em áreas residenciais, onde uma redução no volume de tráfego é um efeito pretendido da medida e não precisa ser controlado. (OECD, 2012).

2.3.1.4 Eventos coincidentes

Outros eventos podem ocorrer simultaneamente com a introdução da medida e ter efeitos semelhantes sobre o número de acidentes. (ELVIK, 2011).

A distinção entre uma tendência de longo prazo e um evento coincidente pode ser ilustrada pelo efeito da recessão econômica sobre o número de mortes no trânsito nos Estados Unidos, onde, conforme FIGURA 11, há uma tendência a um declínio no número de mortes durante o período de 1998-2007, com início no ano de 2006. (OECD, 2012). No entanto, o declínio no número de mortes nos anos de 2008 e 2009 foram consideravelmente maiores e representam uma ruptura na tendência, sendo pouco provável que seja atribuível unicamente às medidas de segurança viária executadas nesses anos. (OECD, 2012).

FIGURA 11 – NÚMERO DE FATALIDADES NO TRÂNSITO NOS ESTADOS UNIDOS PARA OS ANOS DE 1998 A 2009



FONTE: Adaptado de OECD (2012).

2.3.1.5 Introdução de múltiplas medidas

A introdução de mais de uma medida de segurança, que afeta os mesmos acidentes, dificulta uma situação onde busca-se determinar os efeitos de cada uma das medidas introduzidas. (ELVIK, 2011).

Logo, o estudo de avaliação pode apenas estimar o efeito combinado de todas as medidas, devendo o mesmo ter o cuidado de descrever em detalhes as medidas que são avaliadas. (OECD, 2012).

2.3.1.6 Migração de Acidentes

Segundo Elvik (1997), a migração de acidentes denota a transferência de acidentes dos pontos críticos para locais circundantes, como resultado do tratamento do ponto crítico, ou seja, observa-se o declínio das frequências de acidentes nos locais tratados, mas com o aumento em outras localidades adjacentes.

Assim, a avaliação da melhoria na segurança viária deve ter por base dados de acidentes recolhidos ao longo de uma área mais ampla ao invés de apenas no local tratado. (SHEN e GAN, 2010).

Uma maneira de avaliar a migração de acidentes é incluir no estudo locais circundantes aos quais os acidentes são dispostos a migrar do grupo tratado. As alterações no número de acidentes para o grupo ampliado de locais poderão refletir tanto o efeito do tratamento nos locais tratados como o efeito da migração de acidentes para os locais circundantes. (ELVIK, 1997).

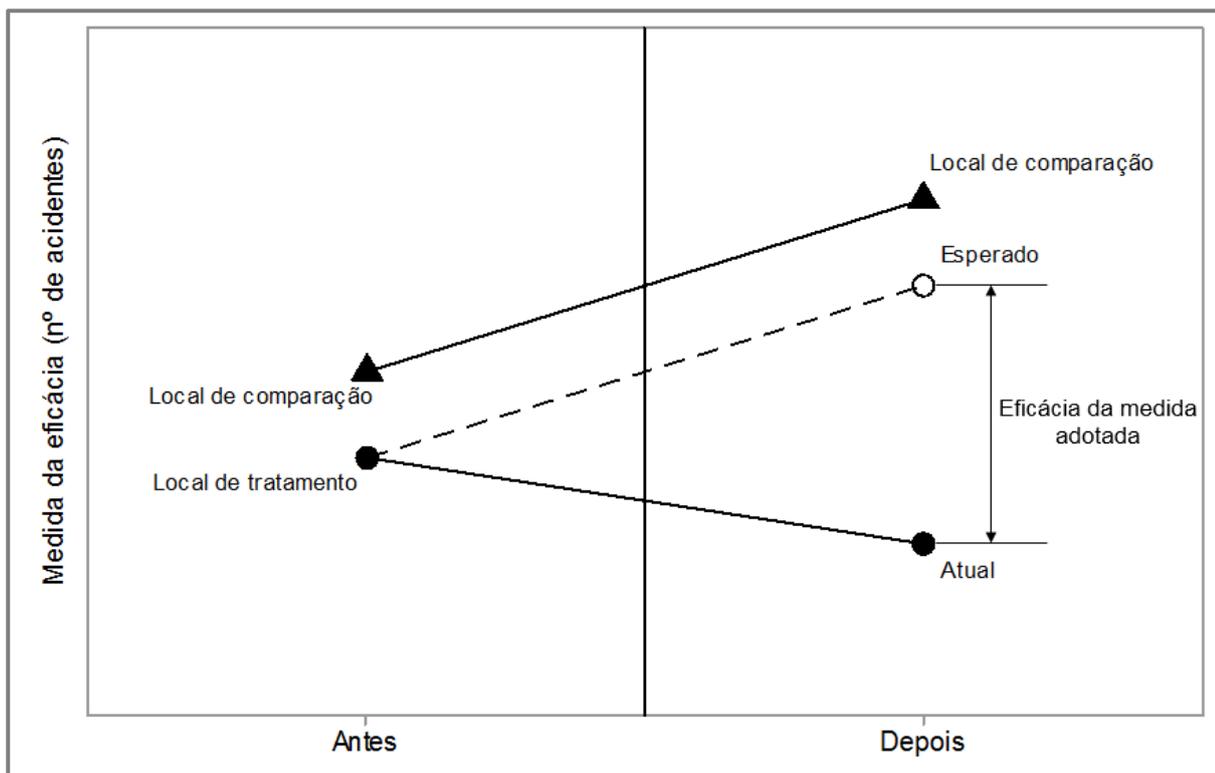
2.3.2 Estudo de antes – depois com grupo de comparação

Uma forma de minimizar a interferência de fatores de confusão em estudos observacionais de antes – depois, sobre o efeito de medidas de segurança viária, é a utilização de grupos de comparação, em que se espera que estes indiquem o que teria acontecido ao local tratado caso não tivesse recebido a interferência. (FHWA, 1981; GRIFFIN e FLOWERS, 1996; ELVIK, 1997; HAUER, 1997; ELVIK et al., 2009).

Este estudo compara a variação dos registros de acidentes no local que recebeu o tratamento com a variação em locais semelhantes, sem a melhoria e para o mesmo período de tempo antes e depois, permitindo ao avaliador controlar a

influência de outras variáveis sobre os resultados do estudo (FIGURA 12).(FHWA, 1981).

FIGURA 12 – ESTUDO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO. QUANDO NO LOCAL DA COMPARAÇÃO HÁ O AUMENTO DOS ACIDENTES E UMA DIMINUIÇÃO DOS MESMOS NO LOCAL DE TRATAMENTO, HÁ EVIDÊNCIAS DE QUE A MEDIDA FOI EFICAZ NA REDUÇÃO EM ACIDENTES



FONTE: Adaptado de FHWA (1981); GRIFFIN e FLOWERS (1996).

Elvik (2000) destaca que os fatores de confusão que serão controlados por um grupo de comparação vão depender de como este último for escolhido, sendo as seguintes diretrizes gerais dadas a este respeito:

- um grupo de comparação escolhido para coincidir com o grupo de tratamento referente a taxa de acidentes no período antes apresenta um controle para a regressão à média;
- um grupo de comparação geral, que compreende uma área maior, no qual os locais tratados são localizados, normalmente controla as variações gerais do número de acidentes, incluindo mudanças no volume de tráfego;
- um grupo de comparação geral compreendendo uma área grande e muitos anos de dados para o período antes, normalmente controla as tendências de longo prazo no número de acidentes e de todos os fatores que produzem

tais tendências, incluindo mudanças no volume de tráfego. (ELVIK, 2000, p. 113-114).

O autor apresenta no QUADRO 1 os tipos de grupo de comparação normalmente usados em estudos observacionais de antes – depois de medidas de segurança viária, definidos com base em três critérios:

A. Correspondência: a escolha de um grupo de comparação coincidente deve ser o mais semelhante possível ao grupo de tratamento no que diz respeito à acidentalidade;

B. Tamanho: Um grande grupo de comparação apresenta uma amostra de acidentes consideravelmente maior do que o grupo de tratamento;

C. Duração do monitoramento no período “antes”: É feita uma distinção entre os casos usando apenas um período antes e um período logo após, cada um dos quais pode compreender vários anos, e casos usando vários períodos, pelo menos antes. (ELVIK, 2000, p. 114).

QUADRO 1 – TIPOS DE GRUPOS DE COMPARAÇÃO UTILIZADOS ESTUDOS OBSERVACIONAIS DE ANTES – DEPOIS DE MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA E OS FATORES DE CONFUSÃO NORMALMENTE CONTROLADO POR CADA TIPO DE GRUPO DE COMPARAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DO GRUPO DE COMPARAÇÃO			FATORES DE CONFUSÃO NORMALMENTE CONTROLADO POR MEIO DE UM GRUPO DE COMPARAÇÃO			
TIPO	TAMANHO	PERÍODO	Regressão à média	Alteração no volume de tráfego	Variações Gerais	Tendências de longo prazo
Coincidente	Pequeno	Um	Sim	Talvez	Não	Não
		Muitos	Sim	Talvez	Talvez	Talvez
	Grande	Um	Sim	Sim	Sim	Não
		Muitos	Sim	Sim	Sim	Sim
Geral	Pequeno	Um	Não	Sim	Sim	Não
		Muitos	Não	Sim	Sim	Talvez
	Grande	Um	Não	Sim	Sim	Não
		Muitos	Não	Sim	Sim	Sim

FONTE: Adaptado de ELVIK (2000).

Assim, o controle dos fatores de confusão é um aspecto importante para a qualidade do estudo, podendo a falta deste influenciar profundamente os resultados de um estudo de avaliação da eficácia de uma medida mitigadora adotada. (ELVIK et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em um trecho de 284,2 quilômetros da rodovia BR-262 (km 488,8 ao km 773,0), no Estado do Mato Grosso do Sul, entre as cidades de Anastácio e Corumbá (FIGURA 13). Neste trecho, a rodovia encontra-se em pavimento flexível e se desenvolve em pista simples e sentido duplo, atravessando os Biomas Cerrado e Pantanal sul-mato-grossense.

O Cerrado brasileiro ocupa mais de 2.000.000 km² do território nacional (cerca de 21%), sendo que destes, metade foi transformado em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso. (KLINK e MACHADO, 2005).

Myers et al. (2000) aponta o Cerrado brasileiro como um dos 25 *hotspots* de biodiversidade mundial, sendo a savana mais rica em biodiversidade no planeta, abrigando 5% de todas espécies no mundo e 30% das espécies do país. (WWF-BRASIL, 2015).

Já o Pantanal ocupa uma área de aproximadamente 151.313 km², cerca de 2% da área brasileira, distribuído nos estados do Mato Grosso (40,3%) e Mato Grosso do Sul (59,7%) sendo declarado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal brasileira. (MMA, 2010). É uma das maiores áreas úmidas continentais e contínuas do planeta, desempenhando um enorme papel na conservação da biodiversidade. (WWF-BRASIL, 2015).

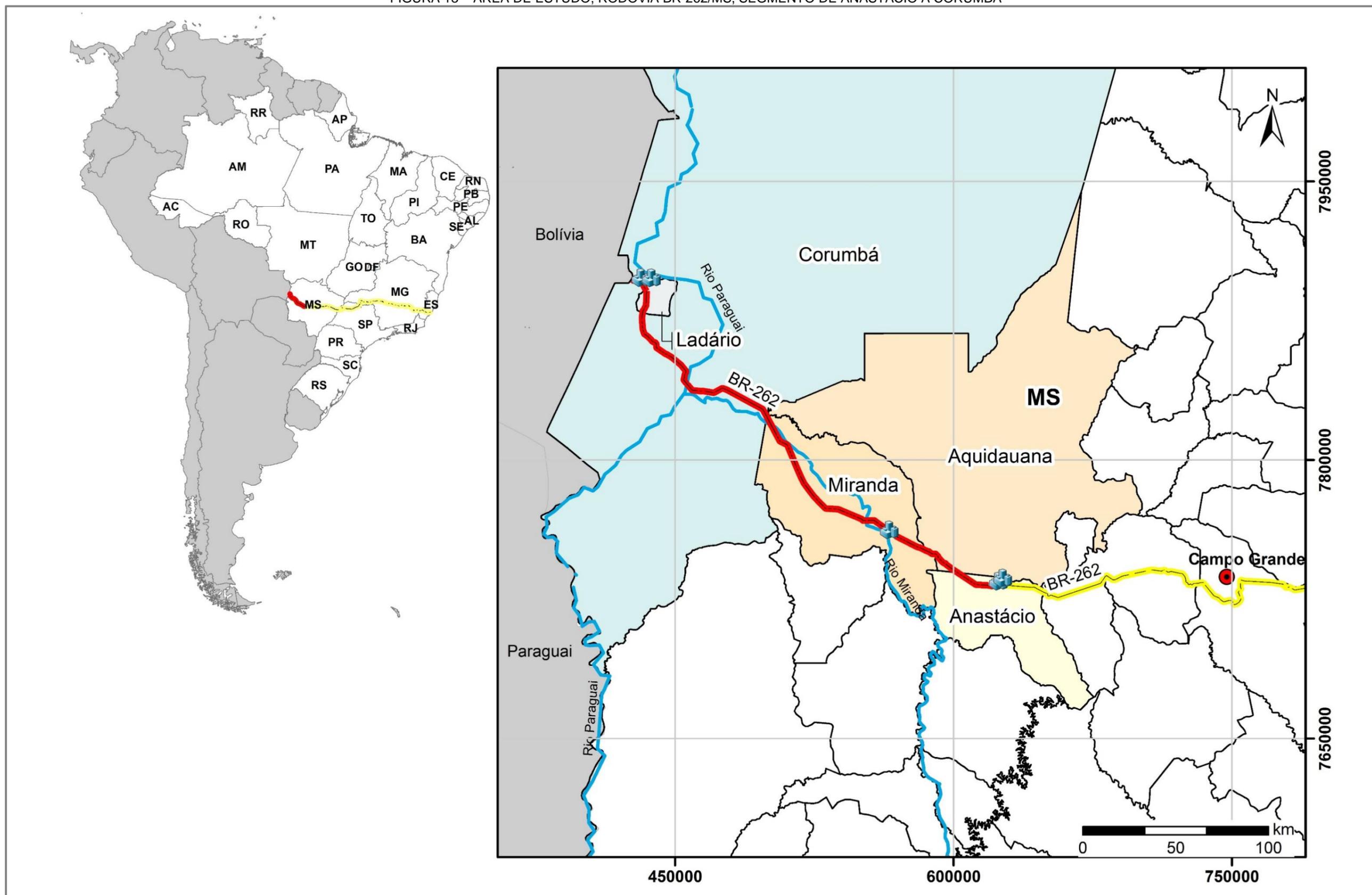
Ademais, os controladores eletrônicos de velocidade instalados no trecho descrito acima, e que foram alvo de análise do presente estudo, têm suas localizações detalhadas no QUADRO 2 e FIGURA 14.

QUADRO 2 – LOCALIZAÇÃO DOS CEVS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ

CEV	km	COORD. (UTM Z 21S)		CEV	km	COORD. (UTM Z 21S)	
		E	N			E	N
1	498,850	613971	7732725	11	636,530	509183	7808756
2	544,350	575998	7755412	12	637,610	508152	7809272
3	575,000	549527	7768570	13	638,200	507630	7809535
4	576,430	548250	7769112	14	645,590	503588	7815438
5	590,630	534909	7773643	15	655,600	498889	7824191
6	591,200	534361	7773680	16	657,600	497939	7825953
7	592,060	533507	7773726	17	683,040	473380	7837583
8	605,130	523865	7781517	18	696,040	461893	7837264
9	610,850	520380	7786146	19	700,670	457277	7839848
10	613,330	519005	7788279	20	753,670	432423	7879125

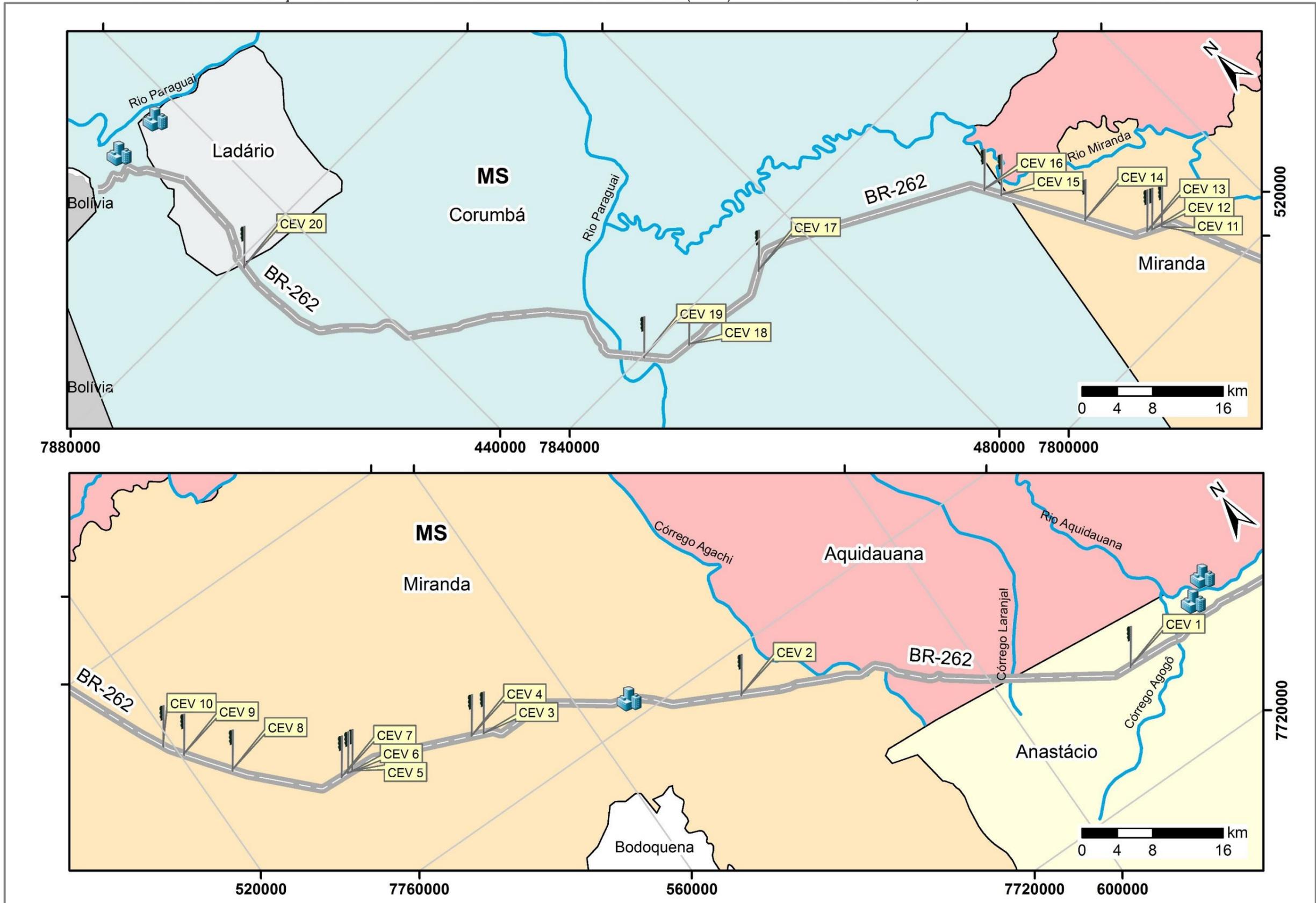
FONTE: O autor (2016).

FIGURA 13 – ÁREA DE ESTUDO, RODOVIA BR-262/MS, SEGMENTO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ



FONTE: O autor (2016).

FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE (CEVS) INSTALADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ



FONTE: O autor (2016).

3.2 COLETA DOS DADOS

3.2.1 Atropelamentos de fauna

As inspeções na rodovia para o registro de atropelamentos de fauna ocorreram no período compreendido entre junho de 2011 a maio de 2012, e de julho de 2014 a junho de 2015. Em ambos os monitoramentos, a coleta de dados ocorreu percorrendo o trajeto de ida e volta do trecho da BR-262/MS entre Anastácio e Corumbá, a uma velocidade média de 60 km.h⁻¹ e periodicidade semanal.

Ao final de dois anos de monitoramento foram realizadas 88 inspeções, com um total de aproximadamente 50 mil quilômetros percorridos.

Todas as ocorrências de atropelamentos de fauna foram registradas com dados referentes à espécie, posição geográfica e registro fotográfico, sendo que toda carcaça registrada foi removida da rodovia para evitar que fosse contabilizada novamente (FIGURA 15).

FIGURA 15 – INSPEÇÕES NA BR-262/MS PARA O REGISTRO DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA



FONTE: O autor (2016).

3.2.2 Tráfego – volume e velocidade

Para avaliar a composição e o volume de tráfego de veículos, no trecho em estudo, foram utilizados os registros da praça de pedágio de Porto Morrinho, localizada no acesso a ponte sobre o rio Paraguai. Os dados foram fornecidos pela Secretaria de Estado de Obras Públicas e de Transporte (SEOP) da Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos (AGESUL).

Para estimar a velocidade praticada na rodovia foram feitas medidas de velocidades em oito pontos com distâncias superiores a 2000 m dos CEVs (QUADRO 3).

QUADRO 3 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ

PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)		PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)	
	E	N		E	N
P1	610171	7734044	P5	582733	7752381
P2	530458	7774461	P6	487802	7832401
P3	515696	7795513	P7	485081	7833863
P4	577810	7754487	P8	454537	7849471

FONTE: O autor (2016).

Já para avaliar o efeito dos CEVs na velocidade veicular foram realizadas medidas de velocidade em seis dispositivos, às distâncias de 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 metros (QUADRO 4).

QUADRO 4 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE NAS PROXIMIDADES DE SEIS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ

(continua)

PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)		PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)	
	E	N		E	N
CEV 1_0m	613971	7732725	CEV 2_0m	575998	7755412
CEV 1_500m	613432	7732760	CEV 2_500m	575538	7755641
CEV 1_750m	613254	7732773	CEV 2_750m	575332	7755747
CEV 1_1000m	613016	773287	CEV 2_1000m	575108	7755861
CEV 1_1250m	612724	7732804	CEV 2_1250m	574896	7755968
CEV 1_1500m	612482	7732819	CEV 2_1500m	574638	7756099

QUADRO 4 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE NAS PROXIMIDADES DE SEIS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ

(conclusão)

PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)		PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)	
	E	N		E	N
CEV 9_0m	520380	7786146	CEV 17_0m	473380	7837583
CEV 9_500m	520092	7786543	CEV 17_500m	472871	7837302
CEV 9_750m	519953	7786727	CEV 17_750m	472710	7837211
CEV 9_1000m	519801	7786939	CEV 17_1000m	472507	7837101
CEV 9_1250m	519657	7787132	CEV 17_1250m	472306	7836989
CEV 9_1500m	519494	7787354	CEV 17_1500m	472029	7836840
CEV 15_0m	498889	7824191	CEV 20_0m	432423	7879125
CEV 15_500m	498637	7824651	CEV 20_500m	432360	7878635
CEV 15_750m	498531	7824861	CEV 20_750m	432327	7878377
CEV 15_1000m	498396	7825089	CEV 20_1000m	432292	7878127
CEV 15_1250m	498293	7825287	CEV 20_1250m	432261	7877887
CEV 15_1500m	498118	7825602	CEV 20_1500m	432229	7877640

FONTE: O autor (2016).

Para cada ponto o esforço amostral foi de 15 minutos. Além da velocidade foram registrados o tipo de veículo (caminhão, veículo de passeio/utilitário, ônibus e motocicleta), o sentido em que este seguia (para saber se o veículo estava aproximando-se ou afastando-se em relação ao CEV) e o horário.

Para registrar a velocidade dos veículos foram utilizados dois dispositivos portáteis, vulgarmente conhecidos como radar do tipo pistola, modelo *Speedster III* da marca *Bushnell*, com desempenho de velocidade de 16-322 km.h⁻¹ a uma distância de 457 m e precisão de $\pm 2,0$ km.h⁻¹ (FIGURA 16).

FIGURA 16 – RADAR DO TIPO PISTOLA UTILIZADO PARA REGISTRAR A VELOCIDADE DOS VEÍCULOS NA BR-262/MS



FONTE: Bushnell (2010).

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

3.3.1 Fauna atropelada

Os dados de atropelamentos de fauna foram tratados inicialmente através da estatística descritiva.

As espécies mais comumente atropeladas foram consideradas como aquelas cujo número de registros foi maior ou igual à média do total de atropelamentos por espécie.

3.3.2 Efeito do tráfego

Os dados de volume de tráfego foram expressos em Volume Médio Diário anual (VMDa), sendo o número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365 dias e em Volume Médio Diário Semanal (VMDs), correspondendo ao número total de veículos trafegando em uma semana dividido por sete. Para ambos os casos a unidade é veículos por dia (vpd).

O VMDa foi utilizado para avaliar a evolução do tráfego no trecho em estudo e para determinar se ocorreu alguma mudança no mesmo entre o período de estudo foi utilizado o teste t pareado ($\alpha=0,05$).

O teste t pareado calcula a diferença entre cada par de medidas antes e depois, determina a média dessas mudanças e informa se essa média das diferenças entre os anos de monitoramento é estatisticamente significativa.

Já o VDMs foi calculado para a semana anterior ao dia da inspeção na rodovia para o registro da fauna atropelada a fim de avaliar a existência e a intensidade da interação entre o volume de tráfego e o registro de animais silvestres atropelados. Para tanto, foi utilizado o teste de Correlação de Spearman (r).

O coeficiente de Spearman (r) varia entre -1 e 1, sendo que quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis.

Para a avaliação da velocidade praticada e do efeito dos CEVs na mesma, os registros foram agrupados em veículos leves e pesados, conforme a definição apresentada pela Resolução nº 396, de 22 de dezembro de 2011, do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, Art. 8º §1º:

I- “VEÍCULOS LEVES” correspondendo a ciclomotor, motoneta, motocicleta,

triciclo, quadriciclo, automóvel, utilitário, caminhonete e camioneta com peso bruto total - PBT inferior ou igual a 3.500 kg.

II- “VEÍCULOS PESADOS” correspondendo a ônibus, microônibus, caminhão, caminhão-trator, trator de rodas, trator misto, chassi-plataforma, motor-casa, reboque ou semirreboque e suas combinações. (BRASIL, 2011).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com a utilização do *software* estatístico Minitab versão 17. (Minitab, Inc., 2014).

3.3.3 Avaliação do efeito dos CEVs

Apesar do monitoramento com CEVs ocorrer de forma pontual a influência do dispositivo de fiscalização atinge uma seção maior, correspondendo à distância necessária para que o veículo desacelere até atingir a seção monitorada, adicionada da distância até que o veículo retome a velocidade adotada originalmente. (CUPOLILLO, 2006).

Assim, o intervalo de influência para a avaliação da eficácia dos CEVs foi definido pelo segmento de 1000 metros dispostos anteriormente e posteriormente a localização de cada dispositivo, com um intervalo intermediário de 500 metros.

Como alguns CEVs apresentaram sobreposição de seus intervalos de influência, a avaliação da eficácia dos mesmos foi estimada separadamente.

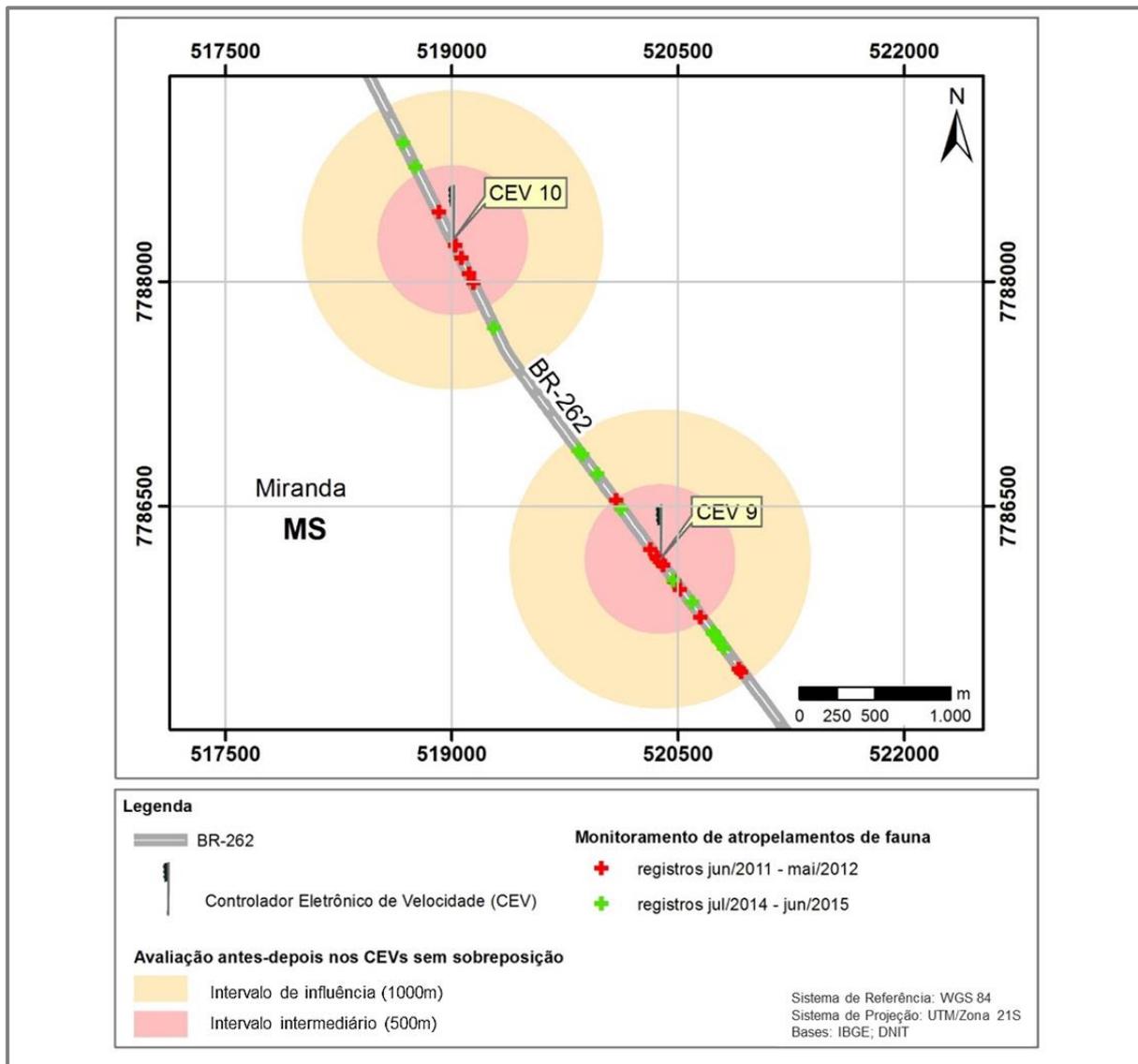
O QUADRO 5 e a FIGURA 17 apresentam a relação dos CEVs que não sobrepõem seus intervalos de influência.

QUADRO 5 – CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE SEM A SOBREPOSIÇÃO DE INTERVALO DE INFLUÊNCIA

PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)		PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)	
	E	N		E	N
CEV1	613971	7732725	CEV15	498889	7824191
CEV2	575998	7755412	CEV16	497939	7825953
CEV8	523865	7781517	CEV17	473380	7837583
CEV9	520380	7786146	CEV18	461893	7837264
CEV10	519005	7788279	CEV19	457277	7839848
CEV14	503588	7815438	CEV20	432423	7879125

FONTE: O autor (2016).

FIGURA 17 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS SEM SOBREPOSIÇÃO



FONTE: O autor (2016).

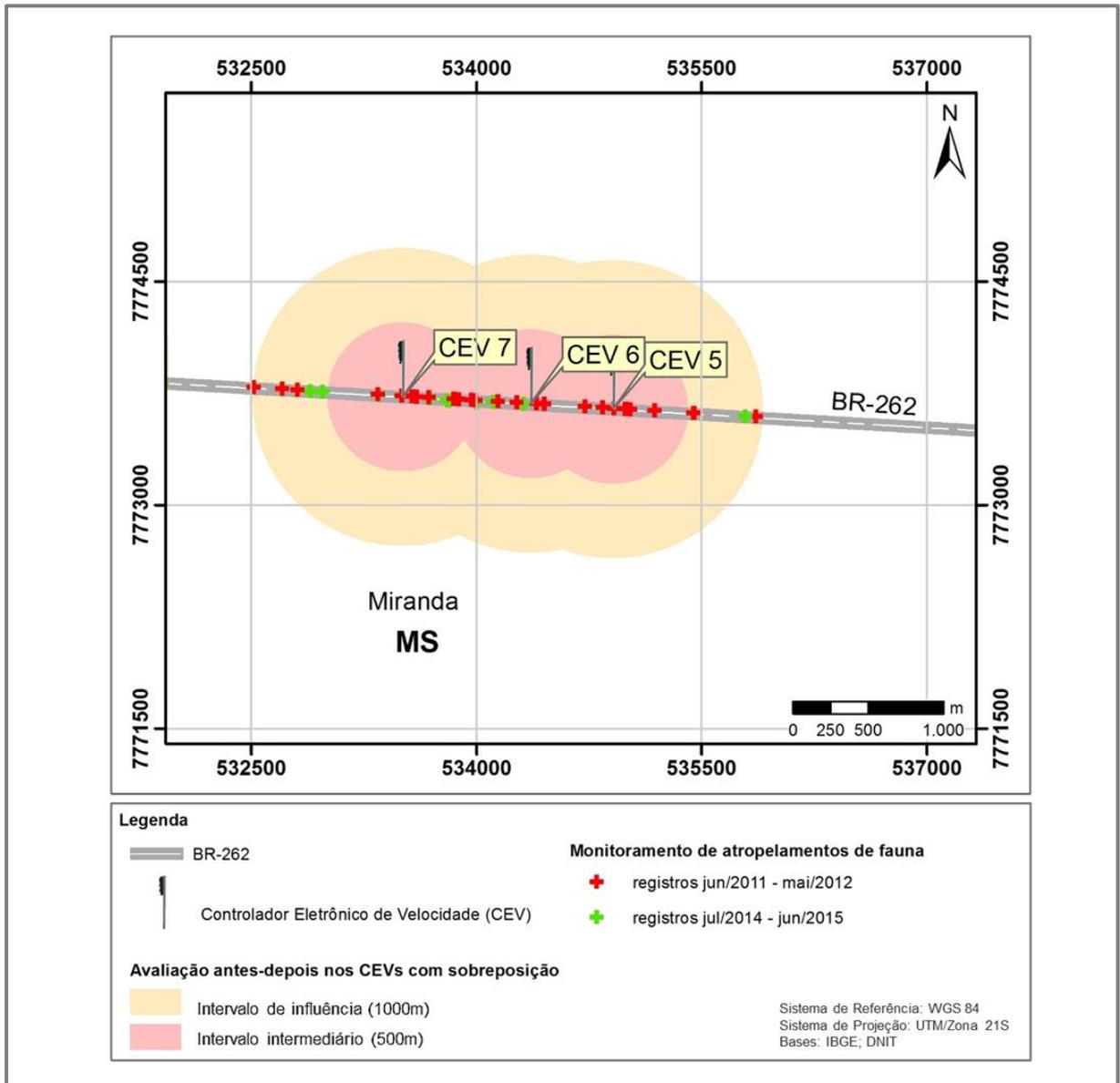
Já o QUADRO 6 e a FIGURA 18 apresentam a relação dos CEVs que sobrepõem seus intervalos de influência.

QUADRO 6 – CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE COM SOBREPOSIÇÃO DE INTERVALO DE INFLUÊNCIA

PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)		PONTO	COORDENADAS (UTM Z 21S)	
	E	N		E	N
CEV3	549527	7768570	CEV7	533507	7773726
CEV4	548250	7769112	CEV11	509183	7808756
CEV5	534909	7773643	CEV12	508152	7809272
CEV6	534361	7773680	CEV13	507630	7809535

FONTE: O autor (2016).

FIGURA 18 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS SOBREPOSTAS



FONTE: O autor (2016).

Para a avaliação do efeito dos CEVs como medida mitigadora de atropelamentos de animais silvestres na BR-262/MS, foi utilizado o Método antes – depois com grupo de comparação ou Método GC, descrito por Hauer (1997).

Neste estudo, o período "antes" se refere ao monitoramento realizado no período de junho de 2011 a maio de 2012, anterior a instalação dos CEVs, e o período "depois" ao monitoramento após a instalação dos CEVs, de julho de 2014 a junho de 2015.

3.3.3.1 Método antes – depois com grupo de comparação

Os parâmetros definidos por Hauer (1997) e utilizados nesta análise são apresentados no QUADRO 7.

QUADRO 7 – PARÂMETROS UTILIZADOS NA ANÁLISE ANTES – DEPOIS

PARÂMETRO	DEFINIÇÃO
λ	Número de acidentes de um local específico no período “depois”, após implantação da medida (número real).
π	Número esperado de acidentes de um local específico no período “depois”, caso o mesmo não tivesse sido tratado (número estimado).
$\delta = \pi - \lambda$	Redução do número de acidentes esperado para o período “depois”.
$\theta = \lambda/\pi$	Índice de eficácia, razão entre o que a segurança foi com o tratamento, e a que teria sido sem o tratamento.

FONTE: HAUER (1997).

Nos estudos de antes e depois que envolvem grupos de comparação, as letras K, L, M e N representam os registros de acidentes nos locais de tratamento e de comparação para os períodos antes e depois; já os valores estimados são representados pelas letras gregas, κ , λ , μ e ν , conforme adotado por Hauer (1997) (QUADRO 8).

QUADRO 8 – CONTAGENS DE ACIDENTES E VALORES ESPERADOS

PERÍODO	LOCAL TRATADO	LOCAL DE COMPARAÇÃO
Antes	K, κ	M, μ
Depois	L, λ	N, ν

FONTE: HAUER (1997).

O objetivo da utilização de um grupo de comparação é identificar um grupo de locais que permaneceram sem tratamento, e que são semelhantes aos locais que receberam tratamento. Os locais tratados formam o grupo de tratamento e os locais sem tratamento formam o grupo de comparação, e espera-se que a mudança entre

os períodos antes e depois do grupo de comparação indique como os registros de atropelamentos no grupo de tratamento teria mudado caso a medida não fosse adotada. (HAUER, 1997).

Assim, a razão de comparação (r_c) é definida como a relação entre o número esperado de acidentes no período “depois” e o número esperado de acidentes no período “antes”, para o grupo de comparação.

Logo, o Método antes – depois com grupo de comparação assume a hipótese de que, na ausência de tratamento, a razão entre o número esperado de acidentes antes e depois seria a mesma no grupo de tratamento (Equação 1²) e no grupo de comparação (Equação 2). (HAUER, 1997).

$$r_t = \pi/\kappa \quad (1)$$

$$r_c = \nu/\mu \quad (2)$$

Essa expectativa é expressa na Equação 3.

$$r_t = r_c \quad \text{ou} \quad r_c/r_t = 1 \quad (3)$$

Assim, pela definição de r_t , temos:

$$\pi = r_c \kappa \quad (4)$$

Resumidamente o Método GC é descrito em um processo de quatro passos para se determinar a eficácia do tratamento, conforme QUADRO 9.

² Note que π substitui λ para excluir o efeito do tratamento.

QUADRO 9– QUATRO PASSOS DO ESTUDO ANTES – DEPOIS COM LOCAIS DE COMPARAÇÃO

<p>Passo 1 Estimando os parâmetros</p>	$\hat{\lambda} = L(j) \quad (5)$ $\hat{r}_t(j) = \hat{r}_c(j) = \frac{\frac{N(j)}{M(j)}}{1 + \frac{1}{M(j)}} \quad (6)$ $\hat{\pi} = \hat{r}_t(j)K(j) \quad (4)$	<p>As estimativas de cada parâmetro são representadas pelo símbolo “^”.</p> <p>A medida implementada em locais distintos, cada um destes locais denominados por um número (1, 2, ..., j, ...n), logo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – K(j) é o número de acidentes do local “j” no período anterior a adoção da medida; – L(j) é o número de acidentes do local “j” no período após a adoção da medida. <p>No método antes-depois simples $\hat{\pi} = K$. Já no método GC $\hat{\pi} = \hat{r}_t K$. A finalidade da razão de comparação \hat{r}_t (ou de sua substituição por r_c) é para ter em conta o efeito da mudança de fatores causais sob o qual não se tem controle ou mesmo conhecimento.</p>
<p>Passo 2 Estimando as variâncias</p>		$V\hat{A}R(\hat{\lambda}) = L(j) \quad (7)$ $V\hat{A}R(\hat{r}_t) / \hat{r}_t^2 \cong \frac{1}{M} + \frac{1}{N} + V\hat{A}R(\omega) \quad (8)$ $V\hat{A}R(\hat{\pi}) \cong \hat{\pi}^2 \left(\frac{1}{K} + \frac{V\hat{A}R(\hat{r}_t)}{\hat{r}_t^2} \right) \quad (9)$
<p>Passo 3 Estimar δ e θ</p>	$\hat{\delta} = \hat{\pi} - \hat{\lambda} \quad (10)$ $\hat{\theta} = (\hat{\lambda} / \hat{\pi}) / (1 + V\hat{A}R(\hat{\pi}) / \hat{\pi}^2) \quad (11)$	<p>A estimativa do índice de eficácia seria $\hat{\theta} = (\hat{\lambda} / \hat{\pi})$, no entanto, mesmo que $\hat{\lambda}$ e $\hat{\pi}$ sejam estimativas imparciais de λ e π, a relação $\hat{\lambda} / \hat{\pi}$ é uma estimativa tendenciosa de θ. Embora esse viés seja, por muitas vezes, pequeno, removê-lo é uma precaução que vale a pena. Um estimador aproximadamente imparcial é dado pela Equação (11).</p> <p>Se $\theta > 1$ implica que ocorreram mais atropelamentos nas áreas de atuação dos CEVs do que antes de sua implantação.</p> <p>Se $\theta < 1$ implica que ocorreram menos atropelamentos nas áreas de atuação dos CEVs, indicando um benefício para a redução dos atropelamentos de animais silvestres.</p>
<p>Passo 4 Estimando as variâncias</p>		$VAR(\hat{\delta}) = VAR(\hat{\pi}) + VAR(\hat{\lambda}) \quad (12)$ $VAR(\hat{\theta}) \cong \theta^2 \left[\left(\frac{VAR(\hat{\lambda})}{\lambda^2} \right) + \left(\frac{VAR(\hat{\pi})}{\pi^2} \right) \right] / \left[1 + \left(\frac{VAR(\hat{\pi})}{\pi^2} \right) \right]^2 \quad (13)$

3.3.3.2 Identificação dos locais de comparação

Buscando atender ao disposto por Hauer (1997), quanto aos requisitos para a definição de um grupo de comparação, foram selecionados 20 pontos (PC) dentro do trecho em estudo, conforme QUADRO 10, sendo que:

- o período de monitoramento “antes” e “depois” para estes pontos e o grupo de tratamento foi o mesmo;
- estes pontos mantiveram-se sob as mesmas condições de tráfego, clima e demais variáveis externas a que foram sujeitas as demais localidades contempladas pelo tratamento;
- a acidentalidade nos pontos selecionados para compor o grupo de comparação é semelhante ao grupo de tratamento.

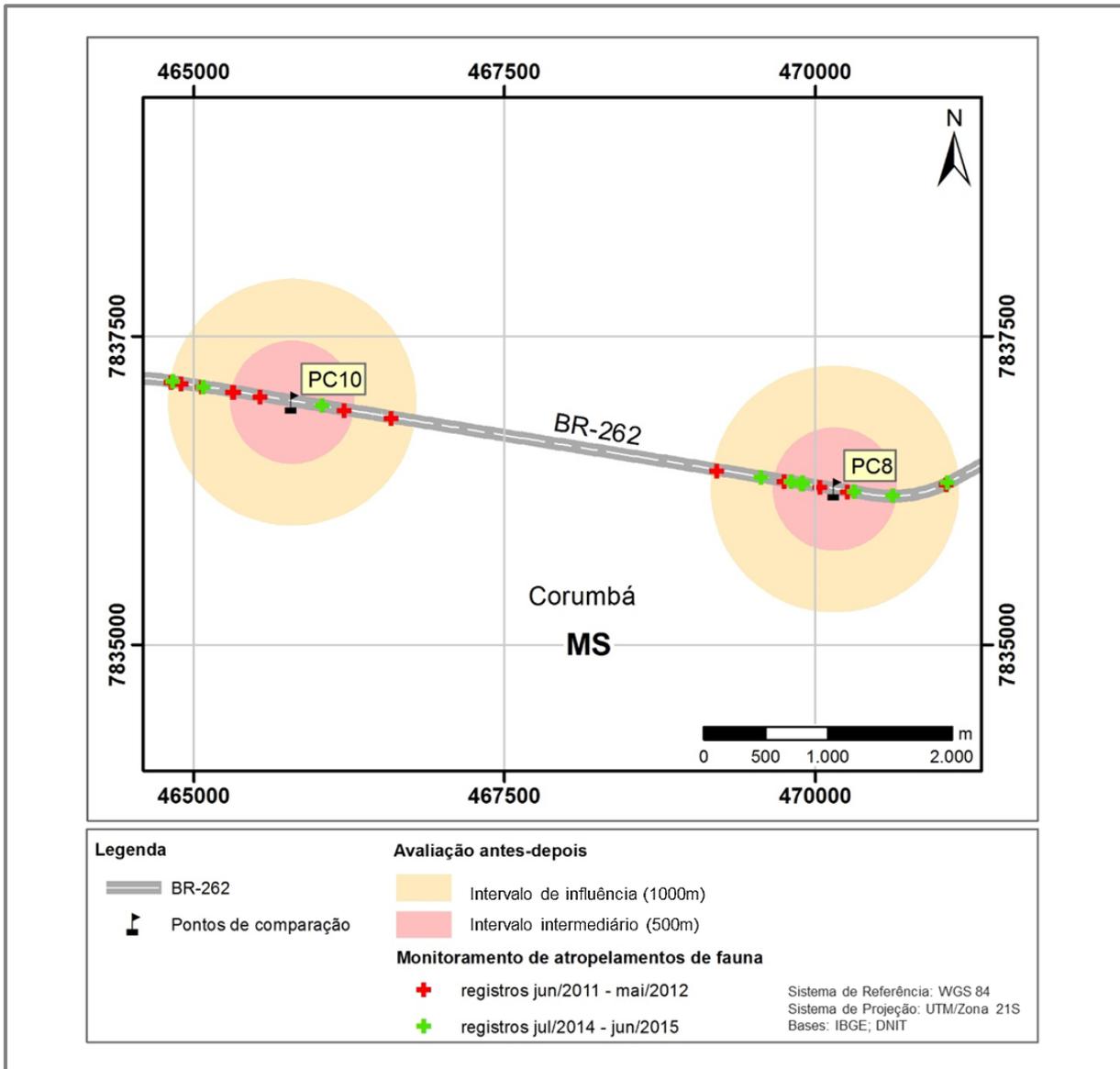
QUADRO 10 – PONTOS QUE COMPÕEM O GRUPO DE COMPARAÇÃO E SUAS LOCALIZAÇÕES

GRUPO DE COMPARAÇÃO	COORDENADAS (UTM 21S)		GRUPO DE COMPARAÇÃO	COORDENADAS (UTM 21S)	
	E	N		E	N
PC1	440318	7860177	PC11	514626	7798008
PC2	452423	7851764	PC12	530954	7773968
PC3	505080	7812577	PC13	541683	7771889
PC4	512462	7803131	PC14	546176	7769978
PC5	526458	7778538	PC15	555899	7767430
PC6	543908	7770905	PC16	588874	7749459
PC7	450025	7853714	PC17	580408	7753197
PC8	470158	7836263	PC18	601028	7740071
PC9	522395	7783473	PC19	610081	7734086
PC10	465793	7836967	PC20	618630	7732427

FONTE: O autor (2016).

Além disso, o mesmo intervalo de influência definido para a avaliação dos CEVs foi adotado para o grupo de comparação, não ocorrendo a sobreposição dos intervalos de avaliação dos mesmos (FIGURA 19).

FIGURA 19 – INTERVALO DE INFLUÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NOS PONTOS DE COMPARAÇÃO



FONTE: O autor (2016).

3.3.3.3 Análise estatística

O teste t pareado foi utilizado para avaliar a hipótese de que não houve diferença entre os registros de atropelamentos de fauna para os períodos “antes” e “depois” nos intervalos definidos (500 e 1000 metros), e um α de 0,05 foi adotado para indicar diferenças significativas.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas no *software* estatístico Minitab versão 17. (Minitab, Inc., 2014).

3.3.3.4 Controle dos fatores de confusão

Segundo Elvik (2011), os fatores de confusão, regressão à média, alteração no volume de tráfego não ocasionada pela medida e as tendências de longo prazo são as fontes de erro mais importantes a serem verificadas em estudos observacionais de antes – depois.

Ainda segundo o mesmo autor, um grupo de comparação com uma boa correspondência, um tamanho grande e mesmo com um período pequeno de monitoramento, apresentará um bom controle dos fatores de confusão relacionados a regressão à média e variações gerais (inclusa a alteração no volume de tráfego), ou seja, a alteração no número de acidentes no grupo de comparação entre os períodos antes e depois reflete os efeitos combinados de todos os fatores que afetaram o número de acidentes, incluindo mudanças no volume de tráfego. Não havendo assim, necessidade de controlar explicitamente o crescimento do tráfego.

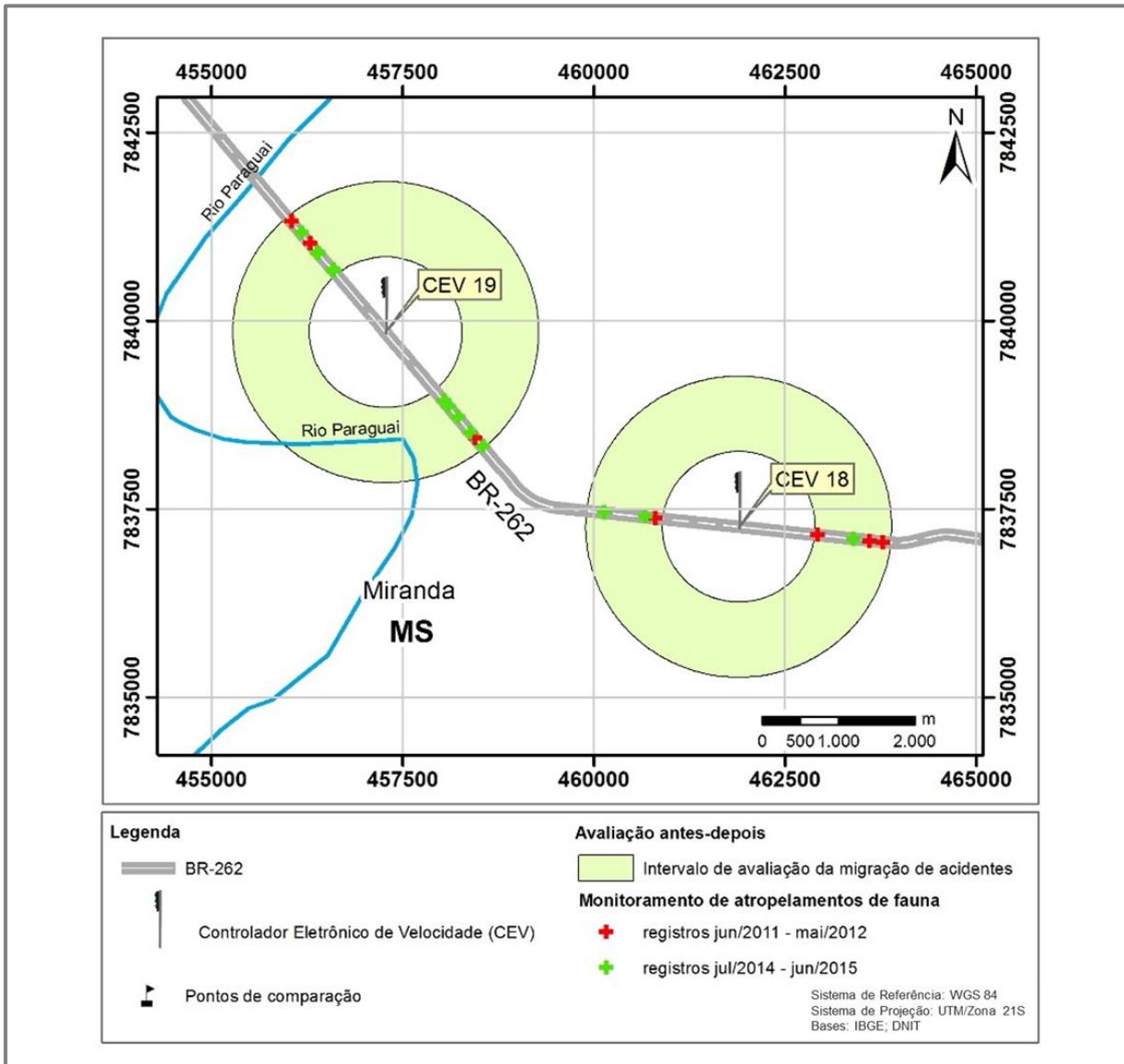
Quanto as tendências de longo prazo no número de acidentes, o autor coloca que este talvez seja o fator de confusão mais difícil de controlar adequadamente. E, para que um grupo de comparação seja considerado um bom controle para as tendências de longo prazo são necessários muitos anos de registros para o período antes, devendo ainda ser demonstrado que a tendência no período anterior foi similar entre o grupo de tratamento e o grupo de comparação. (ELVIK, 2000).

Assim, o presente estudo não apresenta o controle deste fator de confusão, e adicionalmente, o fator de confusão migração de acidentes será avaliado, julgando que possa ser possível o efeito de migração dos atropelamentos de fauna para as adjacências dos CEVs provocado por um aumento da velocidade praticada no intuito de “compensar” a redução necessária para a passagem pelos dispositivos de fiscalização.

Para tanto foi definido um intervalo de avaliação de 1000 metros logo após o término do intervalo de influência dos CEVs (FIGURA 20).

Nesta avaliação, todos os CEVs que tiveram seus intervalos de avaliação da migração de acidentes sobrepostos foram excluídos da análise, sendo os CEVs 1; 2; 8; 14; 17; 18; 19 e 20 a relação dos pontos restantes que compuseram esta análise.

FIGURA 20 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO INTERVALO DE AVALIAÇÃO DA MIGRAÇÃO DE ACIDENTES PARA AS ADJACÊNCIAS DOS CEVS



FONTE: O autor (2016).

Para avaliar a hipótese de que não houve migração dos atropelamentos de animais silvestres para as adjacências dos CEVs, a média dos registros de atropelamentos de fauna no período “depois” para o intervalo de avaliação da migração dos acidentes foi comparada à média dos registros de atropelamentos de fauna no período “depois” do grupo de comparação. Para tanto foi utilizado o teste t para 2 amostras ($\alpha=0,05$).

A análise estatística dos dados foi realizada no *software* Minitab versão 17. (Minitab, Inc., 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FAUNA ATROPELADA

Entre os meses de junho de 2011 a maio de 2012 e de julho de 2014 a junho de 2015 foram registrados 1657 atropelamentos de animais silvestres, sendo a maior parte composta por mamíferos (n=1082; 65,30%), seguido por Reptilia (n=351; 21,18%) e por último Aves (n=224; 13,52%) (TABELA 1).

As espécies mais comumente atropeladas foram determinadas como sendo aquelas cujo número de registros foi maior ou igual à média do total de registros por espécie ($\bar{x} \cong 19$).

Assim, para a Classe Mammalia, os maiores registros foram das espécies:

- lobinho (*Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)) (n=200);
- tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758)) (n=148);
- capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766)) (n=144);
- tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758)) (n=132);
- tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758) (n=106);
- quati (*Nasua nasua*(Linnaeus, 1766))(n=65);
- tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758) (n=58) e
- mão-pelada (*Procyon cancrivorus* (G. Cuvier, 1798)) (n=53).

Para Reptilia, o jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* (Daudin, 1801)) (n=242) e o lagarto teiú (*Tupinambis* spp.) (n=31) apresentaram os maiores registros, sendo que o jacaré-do-pantanal representou aproximadamente 69% do total dos répteis registrados e 14,6% do total de registros para as três Classes.

Para Aves os maiores registros foram do carcará (*Caracara plancus* (Miller, 1777)) (n=75) e do urubu-preto (*Coragyps atratus* (Bechstein, 1793)) (n=32), espécies que se alimentam das carcaças na rodovia.

Estes 12 taxa mais abundantes representaram quase 78% dos registros de atropelamentos.

TABELA 1 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, AVES E RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-262/MS, TRECHO ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ, ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2011 A MAIO DE 2012 (ANTES) E DE JULHO DE 2014 A JUNHO DE 2015 (DEPOIS)

ESPÉCIE	NOME COMUM	2011-2012	2014-2015	TOTAL	%
(continua)					
Mammalia					
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	lobinho	80	120	200	12.07%
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-mirim	65	83	148	8.93%
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	66	78	144	8.69%
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peludo	53	79	132	7.97%
<i>Dasybus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	45	61	106	6.40%
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	quati	21	44	65	3.92%
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758 (VU)	tamanduá-bandeira	25	33	58	3.50%
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	mão-pelada	25	28	53	3.20%
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	jaguatirica	7	10	17	1.03%
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795) (VU)	queixada	12	3	15	0.91%
<i>Tapirus terrestres</i> (Linnaeus, 1758) (VU)	anta	6	6	12	0.72%
<i>Mazama</i> spp.	veado	4	7	11	0.66%
<i>Dasyprocta</i> spp.	cutia	1	7	8	0.48%
<i>Leopardus</i> spp.	gato-do-mato	2	4	6	0.36%
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)	gato-mourisco	4	2	6	0.36%
<i>Blastocerus dichotomus</i> (Illiger, 1815) (VU)	cervo-do-pantanal	0	5	5	0.30%
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra	2	3	5	0.30%
<i>Pecari tacaju</i> (Linnaeus, 1758)	cateto	0	5	5	0.30%
<i>Sapajus cay</i> (Illiger, 1815) (VU)	macaco-prego	2	4	6	0.36%
<i>Alouatta caraya</i> (Humboldt, 1812)	guariba	2	1	3	0.18%
<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-de-rabo-mole	0	2	2	0.12%
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758) (VU)	onça	0	2	2	0.12%
<i>Speothos venaticus</i> (Lund, 1842) (VU)	cachorro-vinagre	0	2	2	0.12%
<i>Callithrix</i> sp.	sagui	1	0	1	0.06%

TABELA 1 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, AVES E RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-262/MS, TRECHO ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ, ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2011 A MAIO DE 2012 (ANTES) E DE JULHO DE 2014 A JUNHO DE 2015 (DEPOIS).

(continuação)					
ESPÉCIE	NOME COMUM	2011-2012	2014-2015	TOTAL	%
Mammalia					
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815) (VU ¹ , NT ²)	lobo-guará	1	0	1	0.06%
<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)	gambá	0	1	1	0.06%
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca	0	1	1	0.06%
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	irara	1	0	1	0.06%
<i>Sus scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	porco	1	0	1	0.06%
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	tapiti	0	1	1	0.06%
Não identificada	-	1	63	64	3.86%
Total de Mamíferos		427	655	1082	65.30%
Aves					
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	20	55	75	4.53%
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-preto	4	28	32	1.93%
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	siriema	7	5	12	0.72%
<i>Ortalis canicollis</i> (Wagler, 1830)	aracuã-do-pantanal	1	9	10	0.60%
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	1	6	7	0.42%
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anú-preto	1	4	5	0.30%
<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucano	2	3	5	0.30%
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	0	3	3	0.18%
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	0	3	3	0.18%
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela	0	3	3	0.18%
<i>Cyanocorax cyanomelas</i> (Vieillot, 1818)	gralha-do-pantanal	0	3	3	0.18%
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	0	3	3	0.18%
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	1	1	2	0.12%
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	Carão	0	2	2	0.12%
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	0	2	2	0.12%

TABELA 1 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, AVES E RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-262/MS, TRECHO ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ, ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2011 A MAIO DE 2012 (ANTES) E DE JULHO DE 2014 A JUNHO DE 2015 (DEPOIS).

(continuação)					
ESPÉCIE	NOME COMUM	2011-2012	2014-2015	TOTAL	%
Aves					
<i>Ramphocelus carbo</i> (Pallas, 1764)	pipira-vermelha	0	2	2	0.12%
<i>Rhea americana</i> (Linnaeus, 1758)	ema	2	0	2	0.12%
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro	0	1	1	0.06%
<i>Aratinga leucophthalma</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão-maracanã	1	0	1	0.06%
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	0	1	1	0.06%
<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin, 1788)	jacurutu	1	0	1	0.06%
<i>Celeus lugubris</i> (Malherbe, 1851)	pica-pau-louro	0	1	1	0.06%
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	0	1	1	0.06%
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inhambu-chororó	0	1	1	0.06%
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	0	1	1	0.06%
<i>Aratinga nenday</i> (Vieillot, 1823)	periquito-de-cabeça-preta	0	1	1	0.06%
<i>Paroaria capitata</i> (d'Orbigny e Lafresnaye, 1837)	cavalaria	0	1	1	0.06%
<i>Piculus chrysochloros</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-dourado-escuro	0	1	1	0.06%
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	0	1	1	0.06%
<i>Aburria cumanensis</i> (Jacquin, 1784)	jacutinga-de-garganta-azul	0	1	1	0.06%
<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	araçari-castanho	0	1	1	0.06%
<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Latham, 1790)	murucututu	0	1	1	0.06%
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro	0	1	1	0.06%
<i>Sicalis</i> sp.	canário	0	1	1	0.06%
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	0	1	1	0.06%
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	0	1	1	0.06%
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	coruja-da-igreja	0	1	1	0.06%
<i>Xiphocolaptes major</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-do-campo	0	1	1	0.06%
Não identificada	-	2	30	32	1.93%
Total de Aves		181	224	13.52%	

TABELA 1 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, AVES E RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-262/MS, TRECHO ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ, ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2011 A MAIO DE 2012 (ANTES) E DE JULHO DE 2014 A JUNHO DE 2015 (DEPOIS).

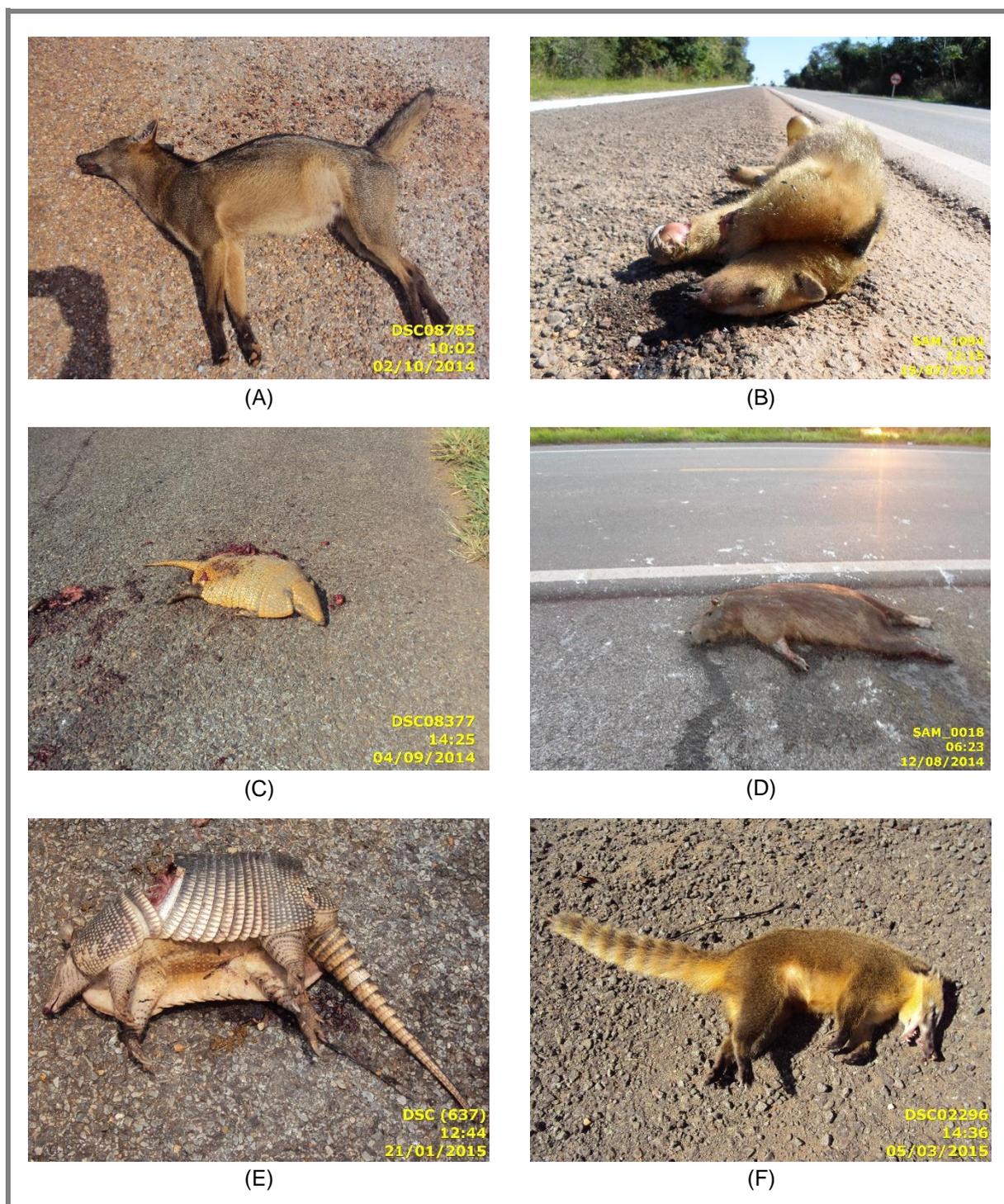
(conclusão)					
ESPÉCIE	NOME COMUM	2011-2012	2014-2015	TOTAL	%
Reptilia					
<i>Caiman yacare</i> (Daudin, 1801)	jacaré-do-pantanal	114	128	242	14.60%
<i>Tupinambis</i> spp.	teiú	6	25	31	1.87%
<i>Hydrodynastes gigas</i> (Duméril, Bibron e Duméril, 1854)	surucucu-do-pantanal	8	4	12	0.72%
<i>Dracaena paraguayensis</i> Amaral, 1950	víbora-do-pantanal	2	9	11	0.66%
<i>Boa constrictor constrictor</i> Linnaeus, 1758	jibóia	1	7	8	0.48%
<i>Eunectes notaeus</i> Cope, 1862	sucuri-amarela	2	5	7	0.42%
<i>Chelonoidis carbonária</i> (Spix, 1824)	jabuti	1	4	5	0.30%
<i>Iguana iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	iguana	2	0	2	0.12%
<i>Leptophis</i> spp.	cobra-cipó	0	2	2	0.12%
<i>Acanthochelys macrocephala</i> Rhodin, Mittermeier e McMorris, 1984	tartaruga-do-pantanal	0	1	1	0.06%
<i>Bothrops</i> sp.	jararaca	0	1	1	0.06%
<i>Epicrates</i> sp.	Jibóia arco-íris	0	1	1	0.06%
<i>Liophis</i> sp.	cobra	0	1	1	0.06%
<i>Oxyrhopus</i> sp.	coral-falsa	0	1	1	0.06%
<i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823)	cobra-verde	1	0	1	0.06%
<i>Pseudoboa nigra</i> (Duméril, Bibron e Duméril, 1854)	muçurana	1	0	1	0.06%
<i>Psomophis genimaculatus</i> (Boettger, 1885)	cobra-cabelo	0	1	1	0.06%
Não identificada	-	2	21	23	1.39%
Total de Répteis		140	211	351	21.18%
Total geral		610	1047	1657	100%

FONTES: O AUTOR (2016).

LEGENDA: (VU) status de conservação vulnerável conforme Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2014).

Na sequência, a FIGURA 21 e a FIGURA 22 ilustram os registros das espécies mais comumente atropeladas na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá.

FIGURA 21 – ESPÉCIES COM MAIORES REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) LOBINHO (*C. thous*) E (B) TAMANDUÁ-MIRIM (*T. tetradactyla*); (C) TATU-PELUDO (*E. sexcinctus*); (d) capivara (*H. hydrochaeris*); (e) tatu-galinha (*D. novemcinctus*); (F) QUATI (*N. nasua*)



FONTE: O autor (2016).

FIGURA 22 – ESPÉCIES COM MAIORES REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) TAMANDUÁ-BANDEIRA (*M. tridactyla*); (B) MÃO-PELADA (*P. cancrivorus*); (C) JACARÉ-DO-PANTANAL (*C. yacare*); (D) TEIÚ (*Tupinambis* spp.); (E) CARCARÁ (*C. plancus*) E (F) URUBU-PRETO (*C. atratus*)



FONTE: O autor (2016).

Diversos estudos relatam a mortalidade de animais silvestres nas rodovias, contudo, estes não nos permite inferir se a perda destes indivíduos de uma população

pode comprometer a viabilidade da mesma ao longo do tempo. (FAHRIG, 2001; RYTWINSKI e FAHRING, 2015).

Segundo Carr et al. (2002), a extensão na qual a mortalidade rodoviária pode afetar negativamente as populações locais depende da taxa de crescimento intrínseca das espécies e o grau em que os indivíduos mortos eram excedentes para a população local. Características ecológicas, como uma taxa de reprodução mais elevada, podem permitir que as populações se recuperem da mortalidade rodoviária. (RYTWINSKI e FAHRING, 2015).

Fischer (1997), em estudo realizado na BR-262/MS, segmento de Campo Grande a Corumbá, também teve como maiores registros de atropelamentos as espécies: lobinho (*C. thous*), capivara (*H. hydrochaeris*), tamanduás (*M. trydactyla* e *T. tetradactyla*), tatus (*D. novemcinctus* e *E. sexcinctus*), carcará (*C. plancus*), urubupreto (*C. atractus*) e jacaré-do-pantanal (*C. yacare*). Apesar dos altos números de registros, algumas destas espécies ainda são facilmente observadas ao longo da rodovia BR-262 (FIGURA 23).

FIGURA 23 – ESPÉCIES OBSERVADAS COM FREQUÊNCIA AO LONGO DA RODOVIA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) GRUPO DE CAPIVARAS NO ACOSTAMENTO DA RODOVIA; (B) CARCARÁ URUBUS-PRETO SE ALIMENTANDO DE CARÇAÇAS NO ACOSTAMENTO DA RODOVIA



FONTE: O autor (2016).

Assim, o atropelamento de espécies abundantes pode não ser fator condicionante para levar a um declínio da população, a não ser que estas estejam sofrendo pressão de outros fatores, como caça ou doenças. (HOBDAEY e MINSTRELL, 2008).

Já para populações de espécies que existem em baixas densidades, como espécies ameaçadas de extinção, a mortalidade por atropelamento pode ser altamente impactante, e mesmo que a taxa de mortalidade na rodovia por uma dessas espécies seja baixa, qualquer mortalidade adicional ou diminuição da conectividade pode levá-la à extinção. (CARR et al., 2002; FORMAN et al., 2003; HILTY et al., 2006; HOBDAE e MINSTRELL, 2008; RYTWINSKI e FAHRING, 2015).

Das espécies identificadas atropeladas na BR-262/MS, trecho em estudo, oito estão na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção na categoria vulnerável (BRASIL, 2014), são elas:

- tamanduá-bandeira (*M. tridactyla*)(FIGURA 24(A));
- anta (*T. terrestres*) (FIGURA 24 (B));
- cervo-do-pantanal (*B. dichotomus*) (FIGURA 25(A));
- queixada (*T. pecari*) (FIGURA 25(B));
- macaco-prego (*S. cay*);
- onça-pintada (*P. onca*) (FIGURA 25 (C));
- gato-mourisco (*P. yagouaroundi*) (FIGURA 25 (D))e o
- cachorro-vinagre (*S. venaticus*) (FIGURA 25 (E)).

Para estas espécies recomenda-se que estudos adicionais sejam conduzidos para que se possa avaliar como a perda destes indivíduos estaria afetando as populações locais.

FIGURA 24 – ESPÉCIES DA LISTA NACIONAL OFICIAL DE ESPÉCIES DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM REGISTRO DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO À CORUMBÁ. (A) TAMANDUÁ-BANDEIRA (*M. tridactyla*); (B) ANTA (*T. terrestres*)



FONTE: O autor (2016).

FIGURA 25 – ESPÉCIES DA LISTA NACIONAL OFICIAL DE ESPÉCIES DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM REGISTRO DE ATROPELAMENTOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) CERVO-DO-PANTANAL (*B. dichotomus*); (B) QUEIXADA (*T. pecari*); (C) ONÇA-PINTADA (*P. onca*); (D) GATO-MOURISCO (*P. yagouaroundi*) E (E) CACHORRO-VINAGRE (*S. venaticus*)



(A)



(B)



(C)



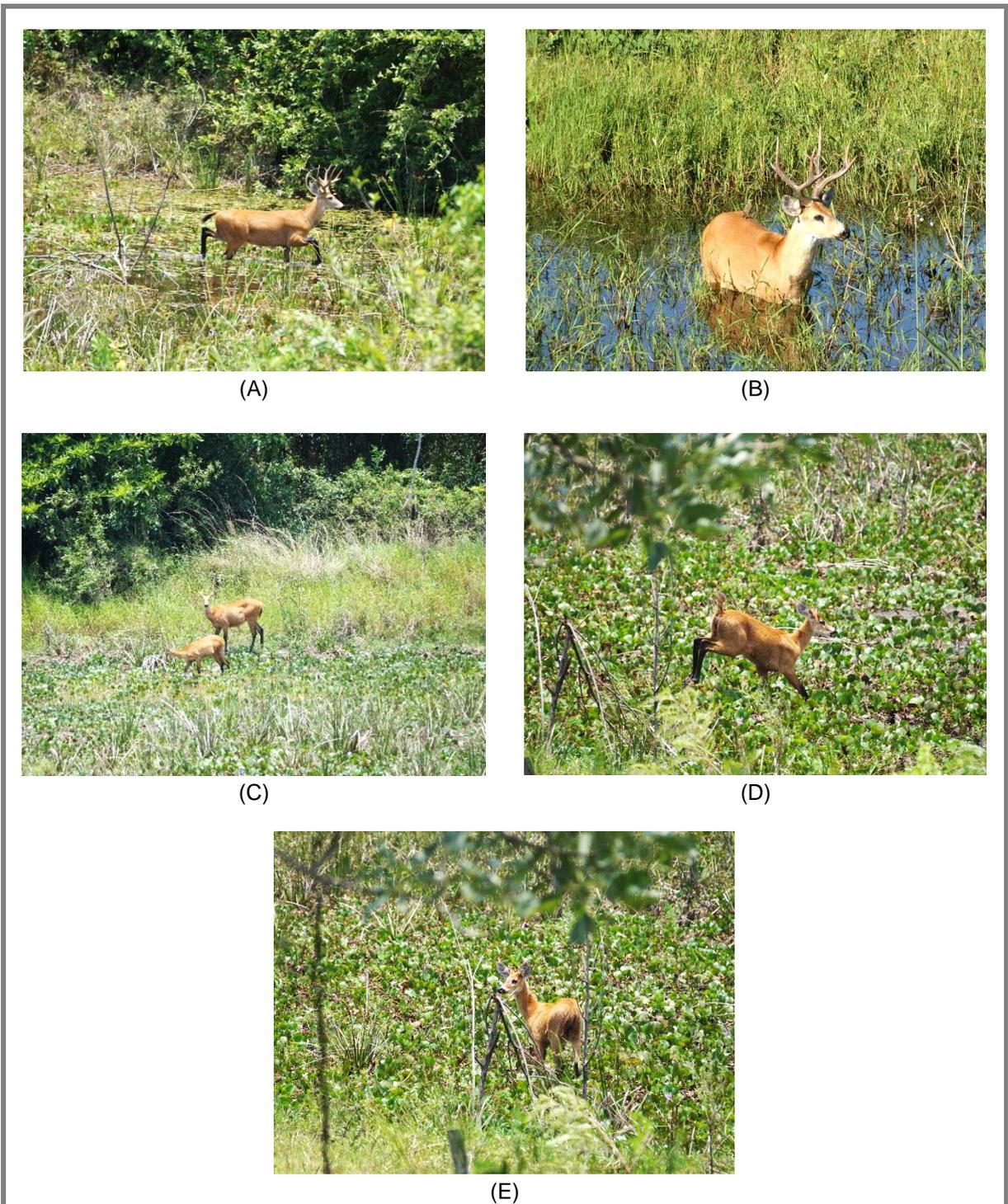
(D)



(E)

Mesmo sendo classificado como vulnerável, o cervo-do-pantanal ainda é facilmente observado no pantanal-sul-mato-grossense, nas proximidades da rodovia BR-262/MS (FIGURA 26).

FIGURA 26 – CERVOS-DO-PANTANAL OBSERVADOS A PARTIR DA RODOVIA BR-262/MS. (A) E (B) MACHO ADULTO; (C) FÊMEA COM FILHOTE; (D) E (E) MACHO JOVEM



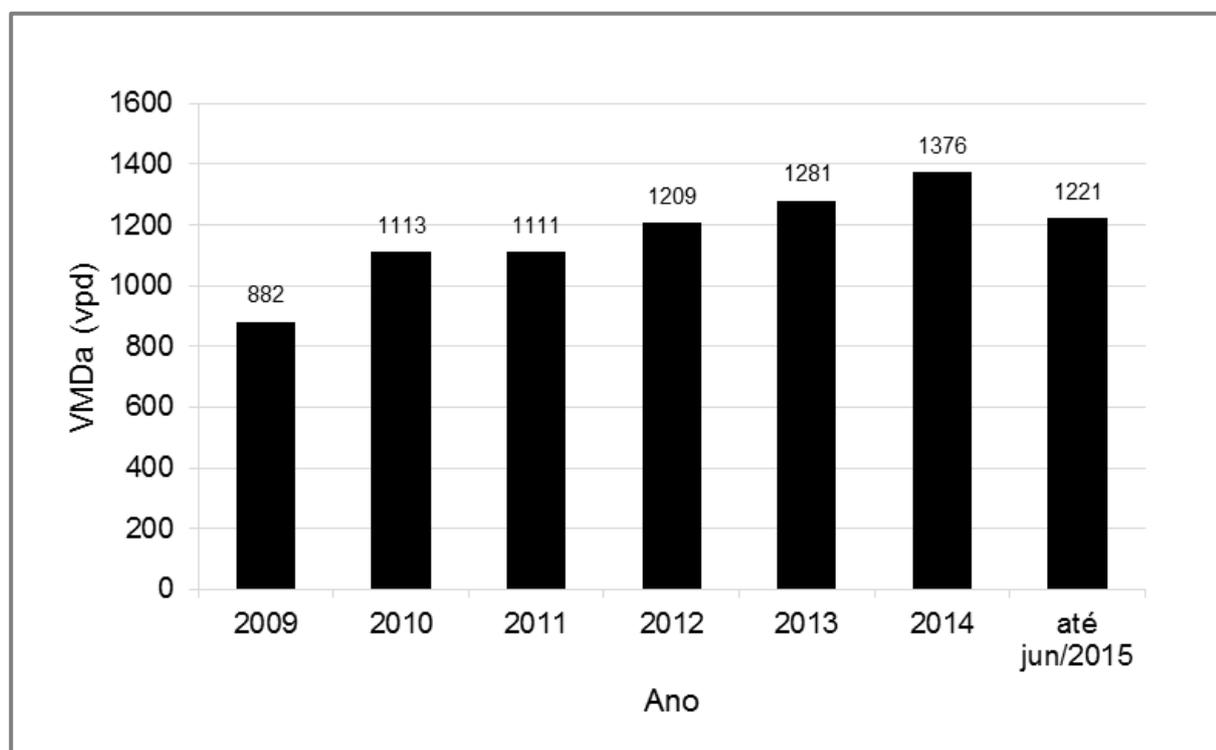
FONTE: O autor (2016).

4.2 O TRÁFEGO E OS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA BR-262/MS

4.2.1 Volume de tráfego

No período de 2009 a 2014 o VMDa da BR-262/MS contabilizado na praça de pedágio de Porto Morrinho, município de Corumbá, cresceu aproximadamente 64% (FIGURA 27).

FIGURA 27 – EVOLUÇÃO DO VOLUME ANUAL DE VEÍCULOS NA BR-262/MS CONTABILIZADOS NA PRAÇA DE PEDÁGIO DE PORTO MORRINHO, MUNICÍPIO DE CORUMBÁ, ENTRE O PERÍODO DE 2009 A JULHO DE 2015

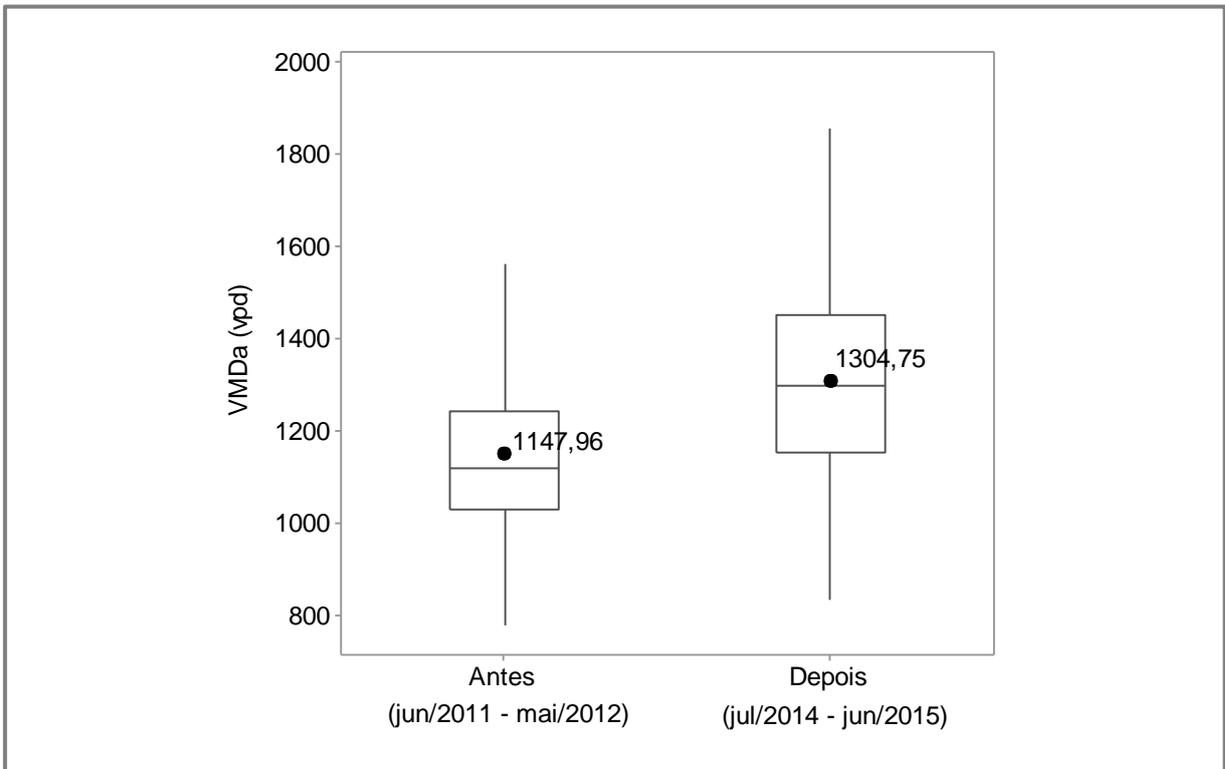


FONTE: Dados SEOP/AGESUL (2015).

Do total de veículos registrados até junho de 2015, 58,6% foram de veículos de passeio, 37,4% de caminhões (de 2 a 9 eixos) e apenas 1,2% de motocicletas.

No que se refere ao período estudado, observou-se um aumento significativo no volume de tráfego para o segundo ano de monitoramento, passando o VMDa de 1148 vpd registrados no período de junho de 2011 a maio de 2012, para 1305 vpd no período de julho de 2014 a junho de 2015 ($t=10,74$; $p=0,000$) (FIGURA 28).

FIGURA 28 – VARIAÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O PERÍODO DE ESTUDO. AS CAIXAS REPRESENTAM 50% DOS DADOS, A LINHA CENTRAL REPRESENTA A MEDIANA, E O PONTO EM DESTAQUE O VMDa PARA CADA ANO DE MONITORAMENTO



FONTE: O autor (2016).

Apesar deste aumento ser estatisticamente significativo, para efeito da capacidade de tráfego da rodovia este volume não é representativo.

A capacidade de tráfego de uma rodovia é dada em unidades de carros de passeio por hora³ ($ucp.h^{-1}$), sendo que, as rodovias de pista simples apresentam uma capacidade de tráfego de $1.700 ucp.h^{-1}$, em cada sentido de tráfego, ou $3.200 ucp.h^{-1}$ para o conjunto dos dois sentidos. (TRB, 2000; DNIT, 2006).

Transformando o volume misto do VMDa em unidades de carros de passeio por hora, temos que o VMDa de 1148 vpd corresponde a $75 ucp.h^{-1}$ e o VMDa de 1305 vpd a $87 ucp.h^{-1}$, ambos para o conjunto dos dois sentidos. Assim, observa-se que a rodovia BR-262/MS, no trecho em estudo, apresenta volumes de tráfego bem abaixo da capacidade suportada, mesmo com o aumento registrado para o segundo ano de monitoramento, o que pode favorecer o aumento da velocidade praticada.

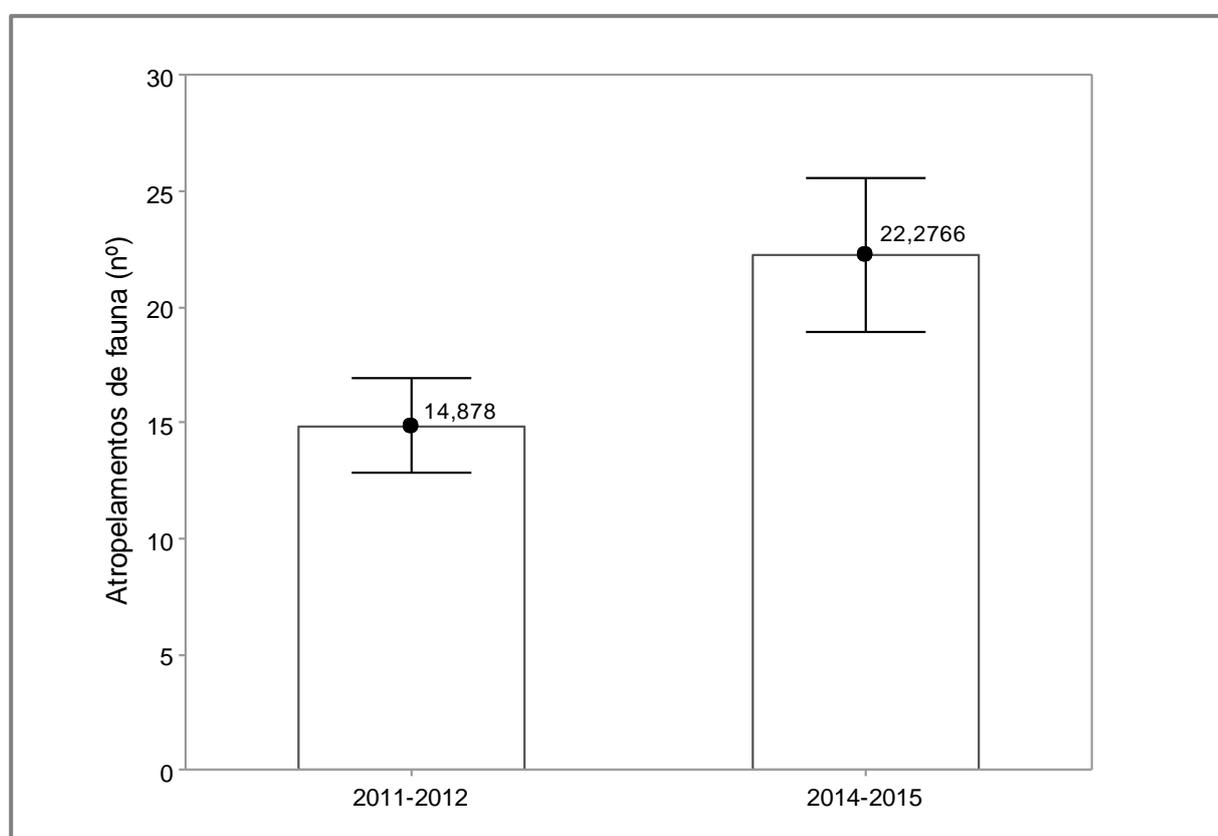
³ Para transformar um volume de tráfego misto em “unidades de carro de passeio” os veículos componentes são convertidos através de fatores de equivalência. Para caminhões e ônibus este fator é de 1,5, ou seja, cada caminhão ou ônibus corresponde a 1,5 carros de passeio. (DNIT, 2006).

4.2.1.1 Volume de tráfego x atropelamentos de fauna

Com o aumento do volume de tráfego tem-se a expectativa de que os atropelamentos de animais silvestres também tenham sua ocorrência aumentada.

De fato, a média dos registros de atropelamentos de fauna para o segundo ano de monitoramento, de jul/2014 a jun/2015, apresentou um aumento significativo, assim como ocorreu para o VMDa, passando a média dos registros para o período “antes” de aproximadamente 14,9 para 22,3 no período “depois”(FIGURA 29).

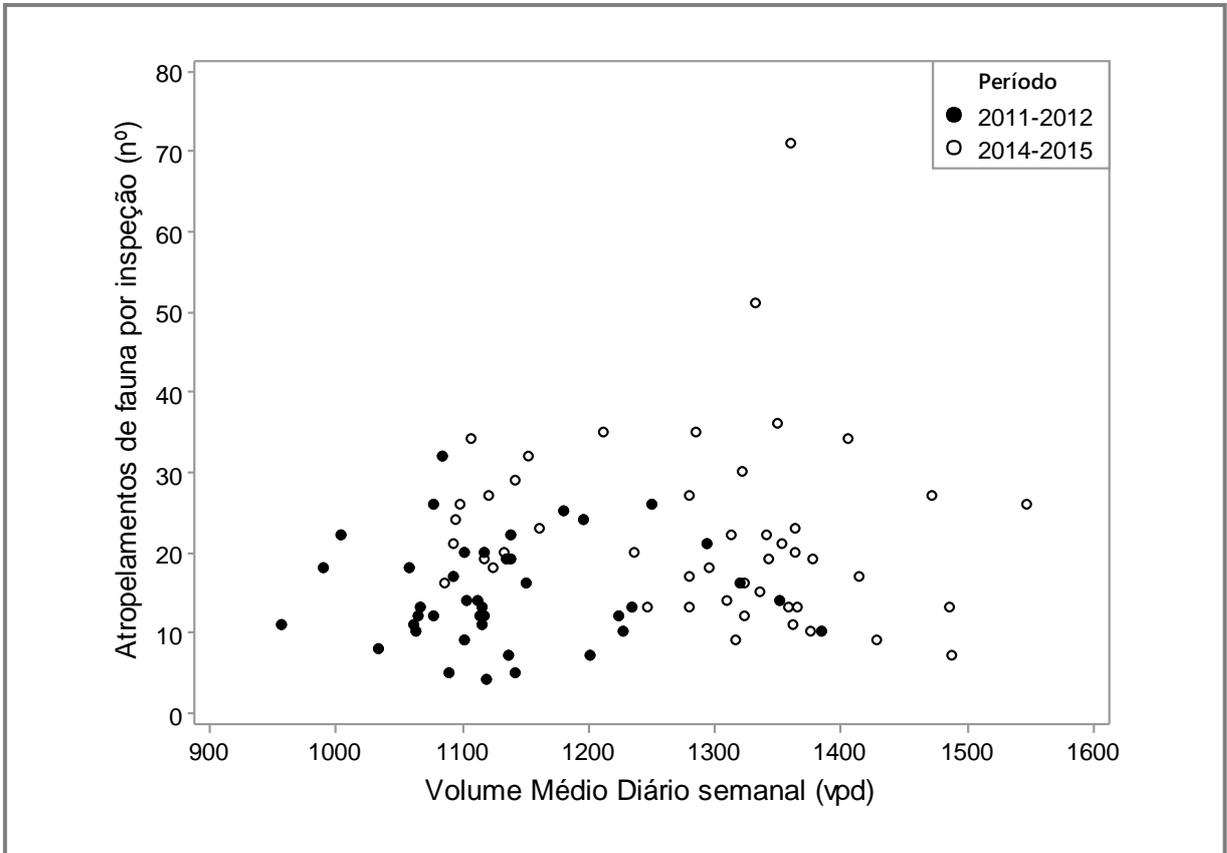
FIGURA 29 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) PARA O REGISTRO DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA POR INSPEÇÃO NO PERÍODO DE ESTUDO



FONTE: O autor (2016).

Contudo, analisando os registros de atropelamentos de fauna para cada inspeção realizada com o VMDs referente à semana do monitoramento, não ficou evidenciada uma correlação entre o volume de tráfego e o número de atropelamentos de fauna na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá, para o período de estudo ($r=0,119$; $p=0,271$) (FIGURA 30).

FIGURA 30 – DIAGRAMA DE DISPERSÃO DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME MÉDIO DIÁRIO SEMANAL DE TRÁFEGO E OS REGISTROS DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA POR INSPEÇÃO REALIZADA NA BR-262/MS ENTRE ANASTÁCIO E CORUMBÁ



FONTE: O autor (2016).

Conforme caracterizado no item anterior, o volume de tráfego no trecho em estudo, mesmo com o aumento do tráfego registrado para o segundo ano de monitoramento, é baixo frente a capacidade da rodovia, e pode ter sido insuficiente para descrever uma relação causal entre o volume de tráfego e os atropelamentos de animais silvestres.

Apesar desta característica, os registros de atropelamentos de animais silvestres na BR-262/MS é expressivo, o que corrobora com o descrito por Meese et al. (2007), em que, baixos volumes de tráfego podem levar alguns animais a não perceberem a estrada como uma barreira e assim tentar atravessá-la. Além disso, baixos volumes de tráfego geralmente são acompanhados por aumento da velocidade de tráfego, e velocidades elevadas podem levar ao aumento das taxas de atropelamentos de animais. (MEESE et al., 2007).

4.2.2 Velocidade de tráfego

Na BR-262/MS, a velocidade regulamentar no segmento entre os municípios de Anastácio à Miranda (km 488,8 ao km 557,0) é distinta para veículos leves e pesados, sendo de 100 km.h⁻¹ para os leves e de 80 km.h⁻¹ para os pesados. Já entre Miranda e Corumbá (km 557,0 ao km 773,0) a velocidade regulamentar é única, sendo de 80 km.h⁻¹.

Apesar do limite estabelecido, a condução com excesso de velocidade é uma prática recorrente, facilitada pelas características de um baixo fluxo de tráfego, um terreno de levemente ondulado a plano, e uma geometria praticamente retilínea.

Do total de 1107 veículos que tiveram suas velocidades registradas no trecho em estudo, entre caminhões e ônibus (42,2%), veículos de passeio/utilitários (55,6%) e motocicletas (2,0%), mais da metade estavam trafegando acima da velocidade permitida (59,3%), sendo as maiores velocidades praticadas pelos condutores de veículos leves (FIGURA 31).

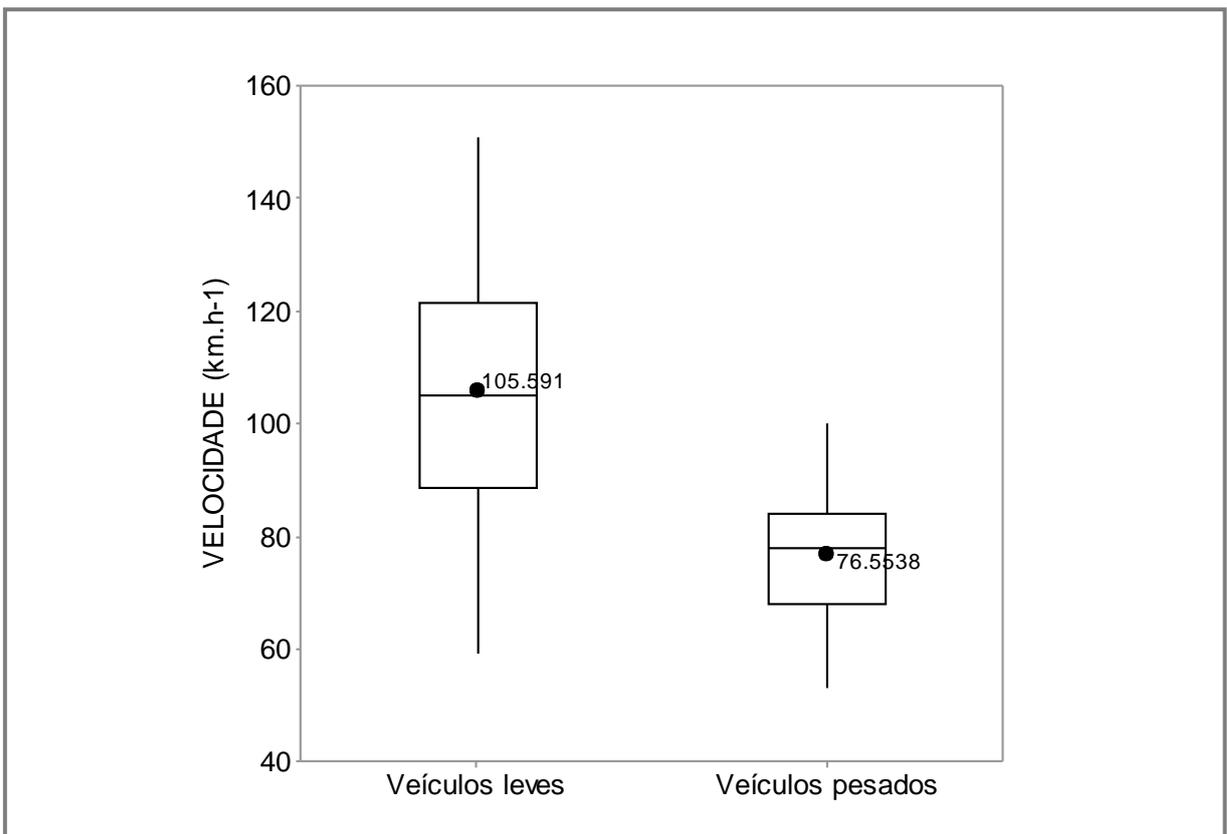
FIGURA 31 – REGISTRO DA VELOCIDADE VEICULAR NA RODOVIA BR-262/MS, SEGMENTO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ. (A) E (B) REGISTRO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS DE PASSEIO; (C) E (D) REGISTRO DA VELOCIDADE DE UM VEÍCULO UTILITÁRIO (CAMINHONETE)



FONTE: O autor (2016).

A média da velocidade praticada por veículos leves, medidas em pontos a mais de dois quilômetros dos CEVs, foi de 105,6 km.h⁻¹, e de 76,6 km.h⁻¹ para os veículos pesados (FIGURA 32).

FIGURA 32 – VARIAÇÃO DAS VELOCIDADES MEDIDAS PARA VEÍCULOS LEVES E PESADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, NOS PONTOS FORA DA INFLUÊNCIA DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE. AS CAIXAS REPRESENTAM 50% DOS DADOS, A LINHA CENTRAL REPRESENTA A MEDIANA, E O PONTO EM DESTAQUE INDICA A MÉDIA DAS VELOCIDADES REGISTRADAS



FONTE: O autor (2016).

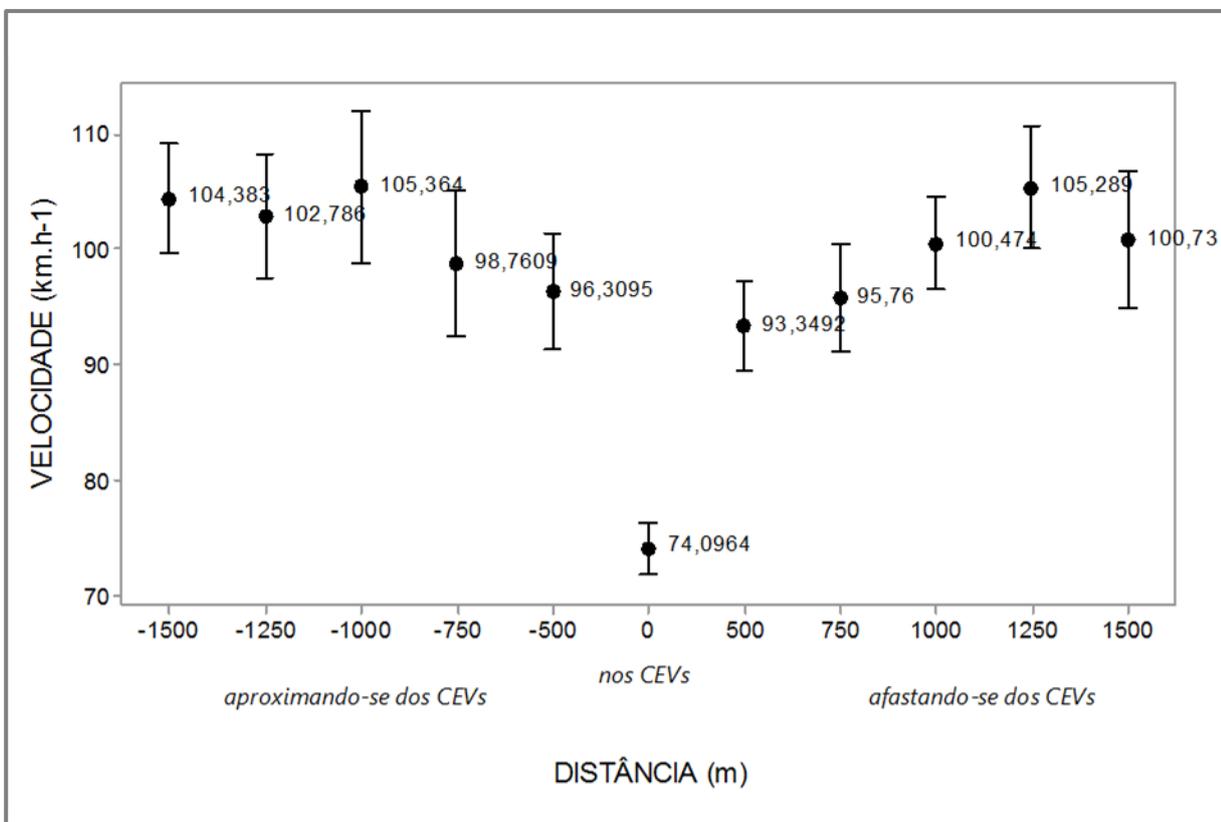
4.2.2.1 Efeito dos CEVs sobre a velocidade praticada

Para a velocidade praticada na BR-262/MS, nas proximidades dos CEVs, às distâncias de 0-500-750-1000-1250-1500 metros, é possível observar na FIGURA 33e FIGURA 34 o comportamento geral dos motoristas, seja de veículos leves ou pesados, de desacelerar ao se aproximarem dos controladores eletrônicos de velocidade e acelerar logo após ultrapassá-los.

Ainda de acordo com a FIGURA 33, as médias dos registros para os veículos leves, em aproximação aos CEVs, apresentaram uma desaceleração inicial a partir da

distância de 1000 metros dos CEVs, com uma redução percentual de 6,7% entre 1000 e 750 metros. Exatamente no CEV, o percentual de redução da média de velocidade a partir da distância de 1000 metros foi de 42,2%, uma redução absoluta de 31,27 km.h⁻¹. Já, logo ao passar pelos CEVs, observa-se que à distância de 500 metros os veículos já recuperaram 88,6% da velocidade média registrada à 1000 metros antes da passagem pelos CEVs, e 100% a 1250 metros.

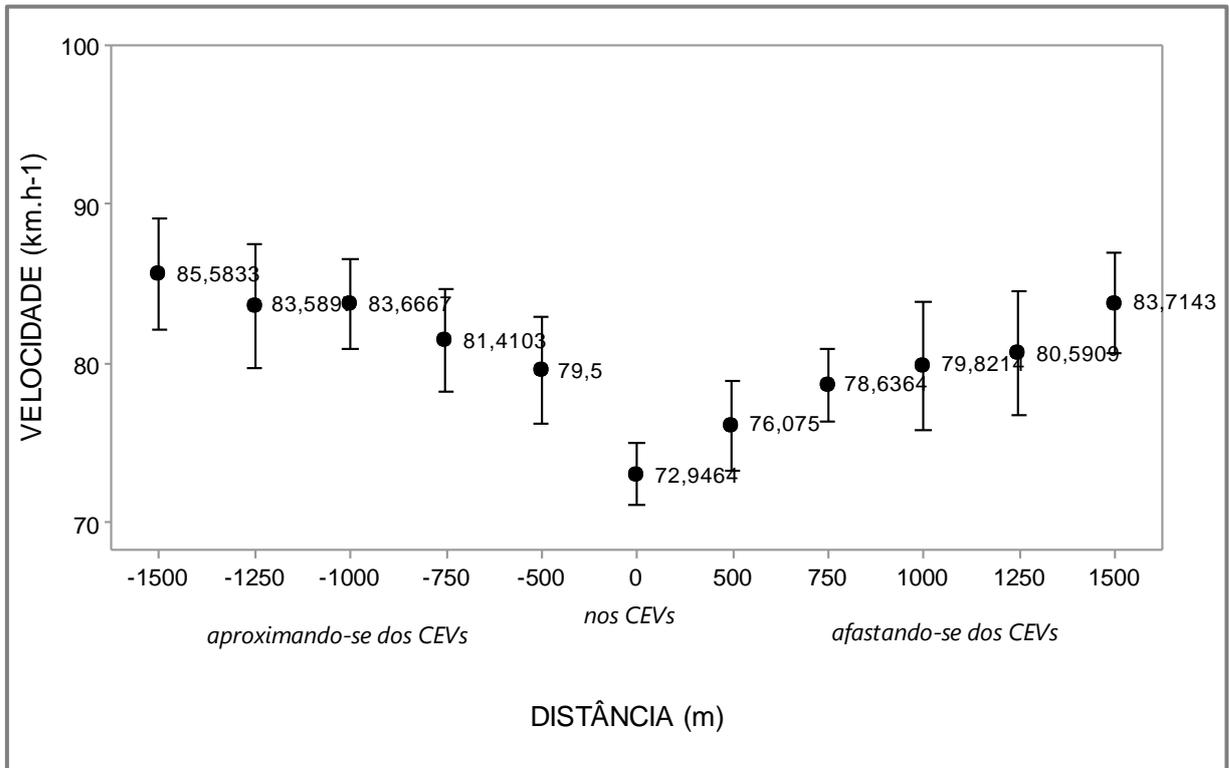
FIGURA 33 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA VEÍCULOS LEVES NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE



FONTE: O autor (2016).

Para os veículos pesados, a desaceleração já é perceptível a partir das primeiras distâncias de aproximação dos CEVs, com percentual de redução de velocidade média de 2,4% entre as distâncias de 1500 e 1250 metros, e chegando a 17,3% ao passar pelo dispositivo. Ao contrário dos veículos leves, os veículos pesados recuperam sua aceleração de maneira mais lenta, onde a 1500 metros após a passagem pelos CEVs estes ainda não apresentam sua velocidade média inicialmente registrada (FIGURA 34).

FIGURA 34 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA VEÍCULOS PESADOS NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ, ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE



FONTE: O autor (2016).

Segundo Sarno et al. (2012), este comportamento, de desacelerar ao se aproximarem dos controladores eletrônicos de velocidade e acelerar logo após ultrapassá-los, tende a se agravar com a crescente utilização dos dispositivos navegadores que informam sobre a presença dos equipamentos de fiscalização. Ademais, muitos motoristas não reconhecem os riscos envolvidos no excesso de velocidade, tendo uma percepção dos “benefícios” (e.g. chegar mais rápido) proporcionados pela prática do excesso de velocidade maior do que os problemas reais que esta prática pode resultar. (WHO, 2008).

Na própria BR-262/MS, não é plausível alegar desconhecimento acerca da problemática dos atropelamentos de animais silvestres. Em uma *blitz* educativa realizada em abril de 2015, no trecho da BR-262/MS em estudo, a Universidade Federal do Paraná/Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura em parceria com a Polícia Rodoviária Federal (PRF) entrevistou 82 usuários da rodovia acerca da temática de atropelamentos de fauna. Do total de entrevistados, quase a totalidade

(98,7%) afirmou ter conhecimento do grande número de atropelamentos de animais silvestres na BR-262/MS, e 62% apontaram o excesso de velocidade como o principal fator para estas ocorrências. Ainda quando questionados se os CEVs poderiam contribuir para a redução do número de atropelamentos de animais, 82% dos entrevistados disseram que sim. (UFPR/ITTI, 2015).

Neste cenário fica evidente que, apesar de reconhecer o risco, sem o dispositivo que fiscalize o cumprimento da velocidade regulamentar, os motoristas continuarão a excedê-la.

Na visão do DNIT (2010, p. 23), a partir da identificação de segmentos críticos quanto à ocorrência de acidentes da malha viária, o controle de velocidade é uma ação voltada para a segurança de trânsito, não um ato repressivo, que contribui para uma melhor segurança e operação de tráfego, dentro de limites de velocidade estabelecidos principalmente para locais concentradores de acidentes.

Para Sarno et al. (2012, p. 2) “o monitoramento da velocidade dos veículos em trechos críticos é fundamental para reduzir os riscos de acidentes”.

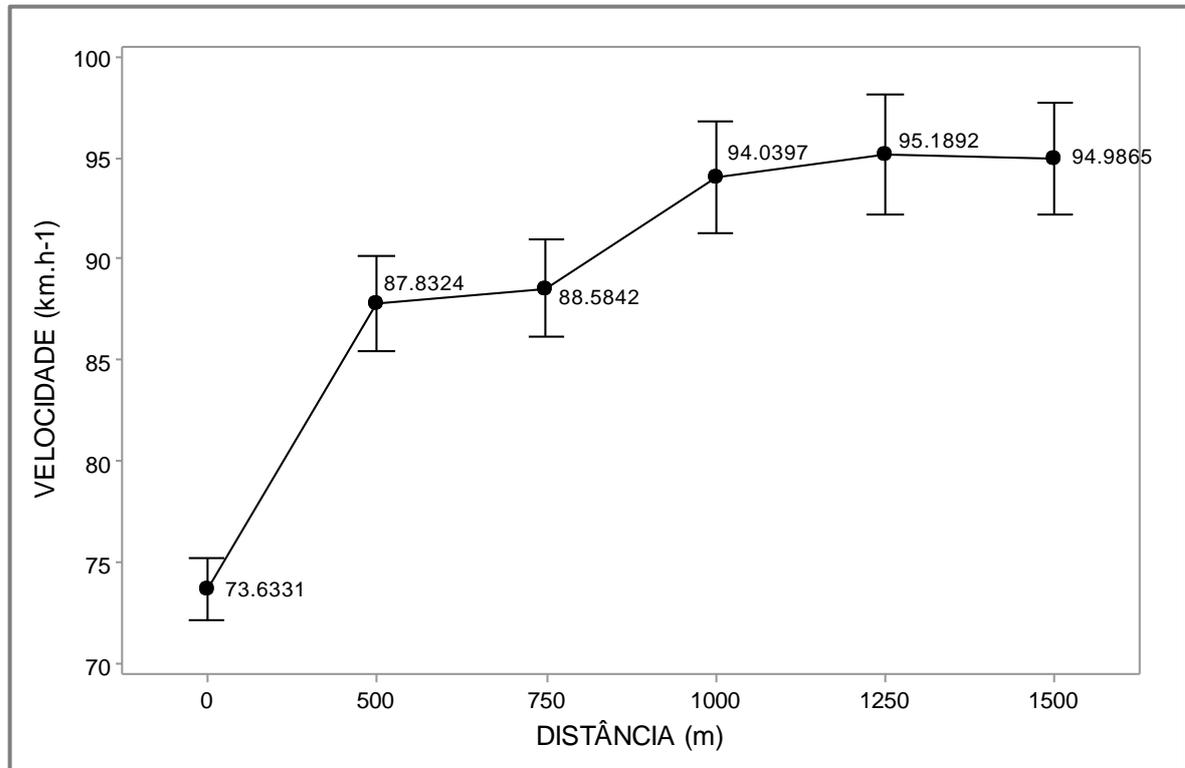
4.2.3 Avaliação da eficácia dos CEVs

A avaliação da eficácia do controle de velocidade na redução de acidentes é de suma importância, devendo os locais críticos serem permanentemente monitorados a fim de que se acompanhar os efeitos do controle de velocidade. (DNIT, 2010).

Com os CEVs, apesar da fiscalização ocorrer de forma pontual, Cupolillo (2006) aponta que, a influência do dispositivo atinge uma seção maior, correspondendo a distância necessária para que o veículo desacelere até atingir a seção monitorada, adicionada da distância até que o veículo retome a velocidade adotada originalmente.

No presente estudo, observou-se que a até 1000 metros de distância dos CEVs, ocorre uma diminuição significativa da velocidade praticada pelos usuários da BR-262/MS, sendo a maior redução percebida no intervalo menor de 500 metros. A distâncias maiores que 1000 metros dos CEVs, a média da velocidade já apresenta-se de maneira constante, não sendo mais notado o efeito do dispositivo sobre a velocidade praticada (FIGURA 35).

FIGURA 35 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) DAS VELOCIDADES REGISTRADAS PARA TODOS OS VEÍCULOS E ÀS DISTÂNCIAS DE 0 – 500 – 750 – 1000 – 1250 – 1500 METROS DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA BR-262/MS, TRECHO DE ANASTÁCIO A CORUMBÁ



FONTE: O autor (2016).

Assim, a partir do intervalo de influência de 1000 metros dos CEVs foi possível avaliar o efeito da redução da velocidade praticada sobre os registros de atropelamentos de fauna na BR-262/MS, trecho entre Anastácio e Corumbá, tomando-se ainda como intervalo intermediário a distância de 500 metros.

A estimativa da eficácia dos CEVs, aqui medida em função da redução dos atropelamentos de fauna foi determinada separadamente para o grupo de CEVs que não apresentaram sobreposição de seus intervalos de influência e para o grupo de dispositivos que tiveram seus intervalos de influência sobrepostos.

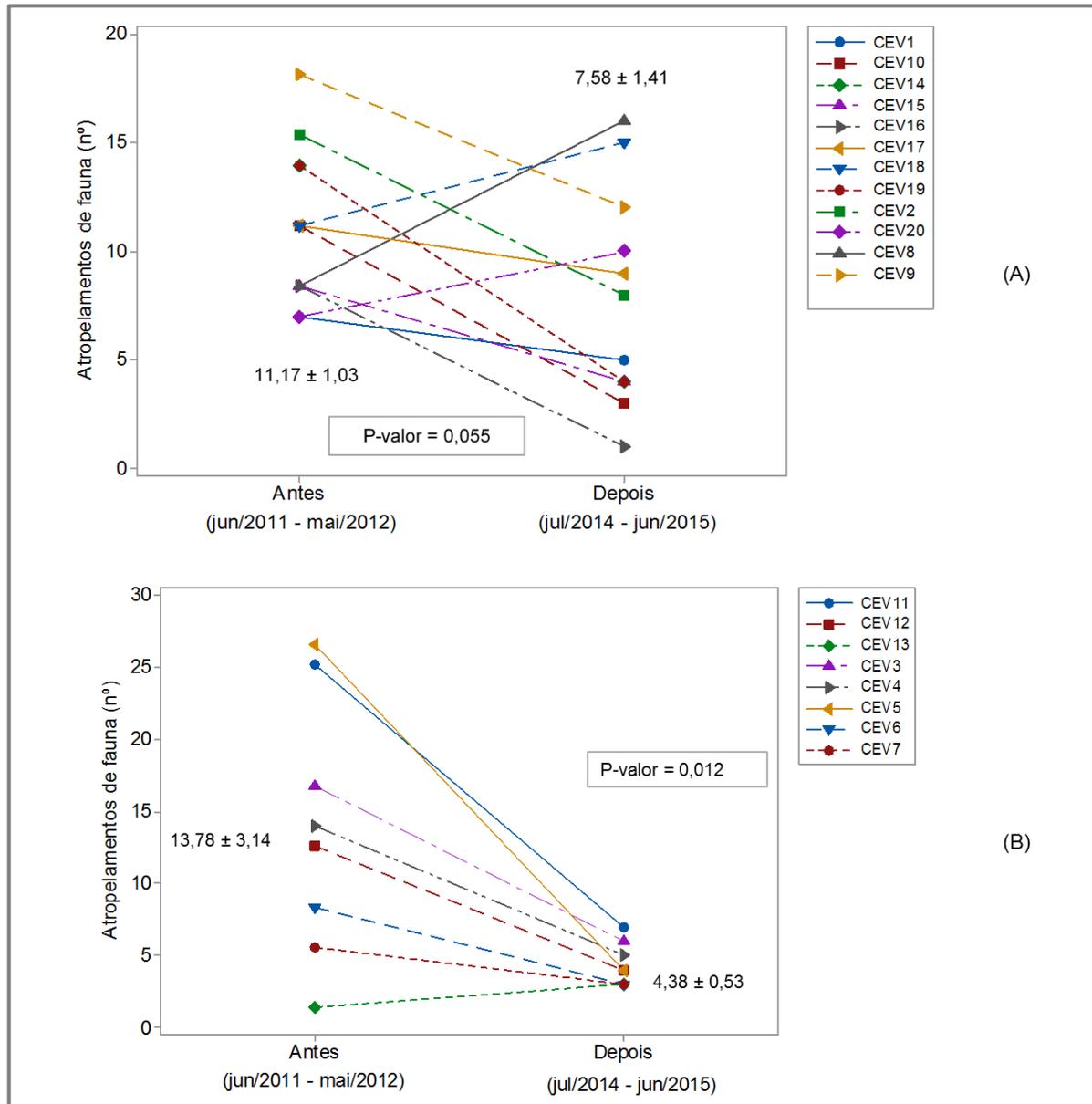
Como resultado, para os CEVs em que não houve sobreposição de seus intervalos de influência, a redução dos atropelamentos de fauna foi de 33,6% ($\pm 12,1\%$), não sendo estatisticamente significativa ($t=2,15$; $p=0,055$). E para os demais CEVs, que devido a sua proximidade tiveram seus intervalos de influência sobrepostos, o percentual de redução foi de 69,0% ($\pm 7,1\%$), sendo a redução dos atropelamentos de fauna para o período depois estatisticamente significativa ($t=3,38$; $p=0,012$) (TABELA 2 e FIGURA 36 (A) e (B)).

TABELA 2 – AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS CEVS, SEM E COM A SOBREPOSIÇÃO DOS INTERVALO DE AVALIAÇÃO, PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS	INTERVALO DE INFLUÊNCIA (1000m)			INTERVALO INTERMEDIÁRIO (500m)		
	CEVs		GC	CEVs		GC
	Sem sobreposição	Com sobreposição		Sem sobreposição	Com sobreposição	
“Antes” (K)	96	79	138 (M)	76	61	82 (M)
“Depois” (L = $\hat{\lambda}$)	91	35	194 (N)	40	24	100 (N)
$\hat{r}_c = \frac{N/M}{1 + 1/M}$	1,396	1,396	-	1,205	1,205	-
$\hat{\pi} = \hat{r}_c \times K$	133,99	110,26	-	91,57	73,49	-
$\hat{\delta} = \hat{\pi} - \hat{\lambda}$	42,99	75,26	-	51,57	49,49	-
$\hat{\sigma}(\hat{\delta})$ (desvio padrão)	22,37	18,43	-	18,34	15,25	-
$\hat{\theta}$ (eficácia)	-0,664	-0,310	-	-0,422	-0,314	-
% de redução	-33,6%	-69,0%	-	-57,8%	-68,6%	-
$\hat{\sigma}$ (desvio padrão)	$\pm 12,1\%$	$\pm 7,1\%$	-	$\pm 10,2\%$	$\pm 8,7\%$	-
Teste t pareado						
N	12	8	-	12	8	-
Média “Antes” (\pm erro padrão)	11,17 \pm 1,3	13,78 \pm 3,14	-	7,63 \pm 0,73	9,19 \pm 1,33	-
Média “Depois” (\pm erro padrão)	7,58 \pm 1,41	4,38 \pm 0,53	-	3,33 \pm 0,82	3,00 \pm 0,53	-
Média da Diferença (“Antes” – “Depois”) (\pm erro padrão)	3,58 \pm 1,67	9,41 \pm 2,79	-	4,3 \pm 1,23	6,19 \pm 1,55	-
IC (95%) da Média da Diferença	-0,09; 7,25	2,82; 16,00	-	1,60; 7,00	2,53; 9,84	-
Valor de t	2,15	3,38	-	3,50	4,00	-
Valor de p	0,055	0,012	-	0,005	0,005	-

FONTE: O autor (2016).

FIGURA 36 – AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DOS CEVS PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO, PARA O INTERVALO DE INFLUÊNCIA DE 1000 METROS NOS (A) CEVS SEM SOBREPOSIÇÃO E (B) NOS CEVS COM SOBREPOSIÇÃO. (MÉDIA \pm ERRO PADRÃO; P-VALOR)

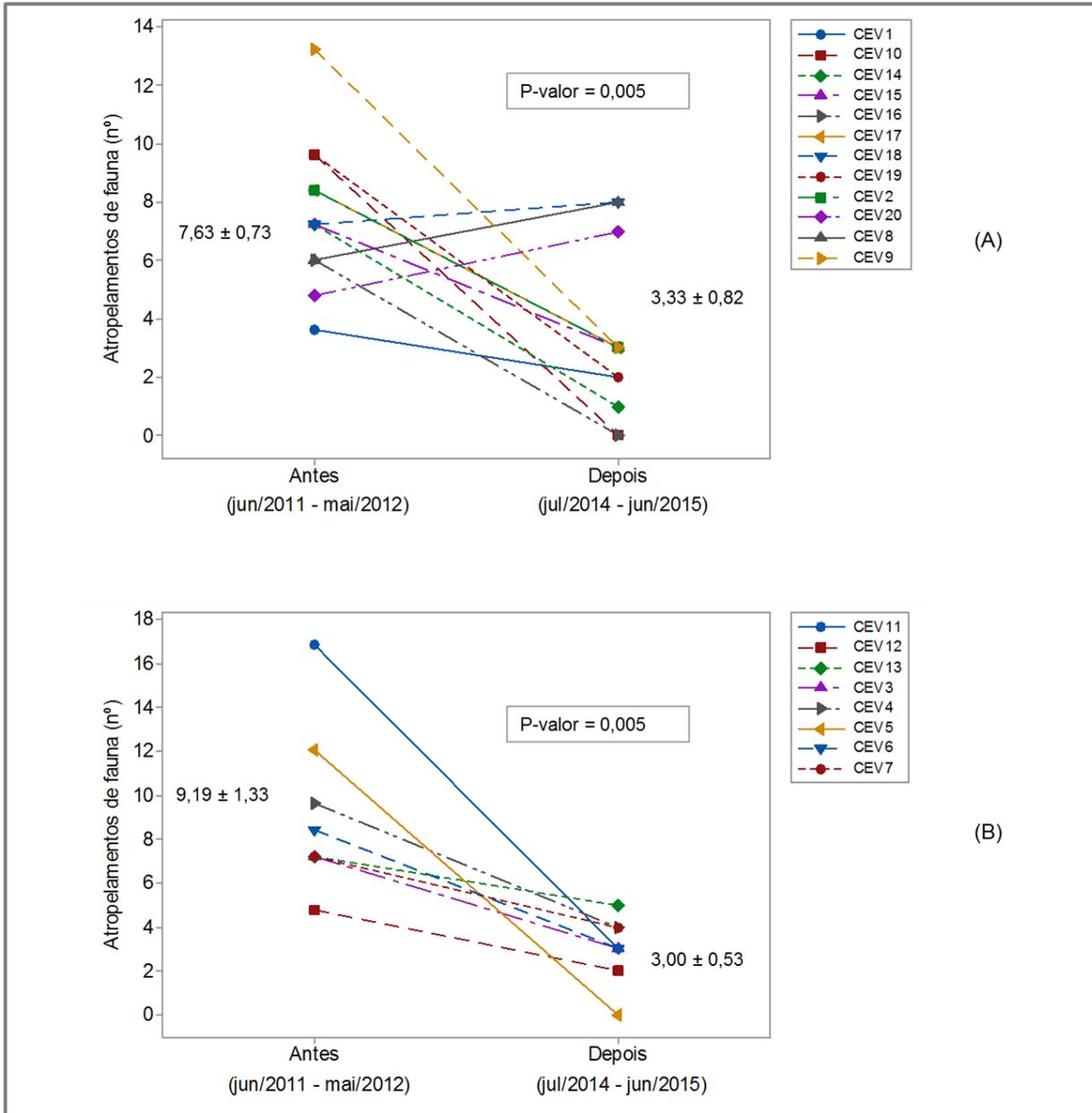


FONTE: O AUTOR (2016).

Já na avaliação do intervalo intermediário, de 500 metros, a eficácia dos dispositivos que não tiveram seu intervalo sobreposto foi superior, em relação ao intervalo de influência, com um percentual de redução de 57,8% ($\pm 10,2\%$), uma diminuição significativa dos atropelamentos de fauna para o período depois ($t=3,5$; $p=0,005$) (TABELA 2 e FIGURA 37(A)).

Ainda na avaliação do intervalo intermediário, a eficácia dos dispositivos que tiveram seu intervalo sobreposto foi praticamente a mesma obtida para o intervalo de influência (68,6% ($\pm 8,7\%$)) (TABELA 2 e FIGURA 37(B)).

FIGURA 37 – AVALIAÇÃO DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DOS CEVS PELO MÉTODO ANTES – DEPOIS COM GRUPO DE COMPARAÇÃO, PARA O INTERVALO DE AVALIAÇÃO INTERMEDIÁRIO DE 500 MESTROS NOS (A) CEVS SEM SOBREPOSIÇÃO E (B) NOS CEVS COM SOBREPOSIÇÃO. (MÉDIA ± ERRO PADRÃO; P-VALOR)



FONTE: O AUTOR (2016).

Ainda na FIGURA 37 é possível observar que, para o intervalo intermediário de 500 metros, a média dos registros de atropelamentos de fauna no período depois praticamente não difere entre os CEVs sem e com sobreposição de seus intervalos de avaliação ($3,33 \pm 0,82$; $3,00 \pm 0,53$)(FIGURA 37(A) e (B)). O mesmo não ocorre para a avaliação no intervalo de influência de 1000 metros, onde a média dos registros de atropelamentos de fauna no período depois, para os CEVs que apresentaram a sobreposição de seus intervalos de avaliação, foi bem inferior à média dos registros

para os CEVs que por estarem mais distantes entre si não apresentam a sobreposição de seus intervalos de influência ($4,38 \pm 0,53$; $7,58 \pm 1,51$) (FIGURA 36(A) e (B)).

Ao observar a maior eficácia apresentada pelo conjunto dos CEVs que sobrepõem seus intervalos de avaliação, presume-se que o controle da velocidade proporcionado pela sequência de mais de um dispositivo CEV, em distâncias de até 1000 metros entre estes, evita a prática comum dos motoristas de retomar velocidades muito acima da permitida logo após a passagem pelo dispositivo de fiscalização. Como resultado, tem-se um segmento maior da rodovia em que a velocidade média oscila entre 73,6 a 87,8 km.h⁻¹ conforme visualizado anteriormente na FIGURA 35, o que provavelmente proporcionou uma maior redução nos atropelamentos de animais silvestres.

Entre os estudos que apontam a redução da velocidade como medida mitigadora de atropelamentos de fauna, Hobday e Minstrell (2008) indicam que a redução da velocidade do tráfego, em áreas críticas, para 80 km.h⁻¹, pode potencialmente diminuir os atropelamentos de animais silvestres em até 50%.

Jones (2000), por sua vez, descreve a implementação de pontos lentos, por meio do estrangulamento da seção transversal da rodovia nos dois sentidos de circulação, como medida para reduzir os atropelamentos de *quools* orientais (*Dasyurus viverrinus* (Shaw, 1800)) e diabos da tasmânia (*Sarcophilus lanianus* (Owen, 1838)) na rodovia *Cradle Mountain Tourist*, no sudoeste da Tasmânia/Austrália. O autor conclui que a medida foi eficaz na redução da velocidade dos veículos e aponta este como o principal fator na redução dos atropelamentos de fauna.

Bertwistle (1999) em seu estudo sobre colisões entre alces e veículos no Parque Nacional de Jasper, na província de Alberta, Canadá, também concluiu que zonas de velocidade reduzida tiveram um efeito significativo na redução da taxa de atropelamentos da espécie.

Efetivamente, a redução da velocidade veicular proporciona ao condutor um tempo e uma distância adicional para reagir a possíveis colisões, o que pode reduzir a incidência de atropelamentos de animais silvestres. Mas como limitar a velocidade do tráfego em quilômetros de rodovias, uma vez que os motoristas geralmente fazem a sua própria avaliação da velocidade em que irão trafegar, independentemente do limite de velocidade da rodovia?

Neste sentido, Sarno et al. (2012) descrevem um método de fiscalização

automática de velocidade a partir da média desenvolvida em um trecho da via, com a instalação de equipamentos de fiscalização providos de câmeras, com tecnologia de leitura automática de placas, nas extremidades do trecho que se deseja supervisionar. Assim, o sistema registra os momentos em que o mesmo veículo passou pelas duas seções extremas do trecho, calcula o tempo de percurso e determina a velocidade média que foi praticada, sendo que, os veículos que cumprem o percurso em tempo menor do que o mínimo calculado são registrados e autuados.

Ainda segundo os autores, este tipo de fiscalização induz os motoristas a manterem sua velocidade dentro dos limites máximos estabelecidos, inibindo o comportamento de desacelerar quando se aproximam de um equipamento de fiscalização e de acelerar assim que tiverem passado pelo mesmo.

Esta pode ser uma possibilidade de melhoria da eficácia da medida adotada, no sentido de expandir a redução dos atropelamentos de fauna obtida pontualmente pelos CEVs, para todo o trecho da BR-262/MS de Anastácio a Corumbá, bem como para outros trechos de rodovias.

4.2.3.1 Migração dos acidentes

Visto os CEVs terem apresentado uma boa eficácia na redução dos atropelamentos de fauna, resta questionar se estes atropelamentos tiveram sua ocorrência aumentada nas adjacências destes dispositivos em proporção maior que em relação ao grupo de comparação, o que poderia indicar a migração dos acidentes.

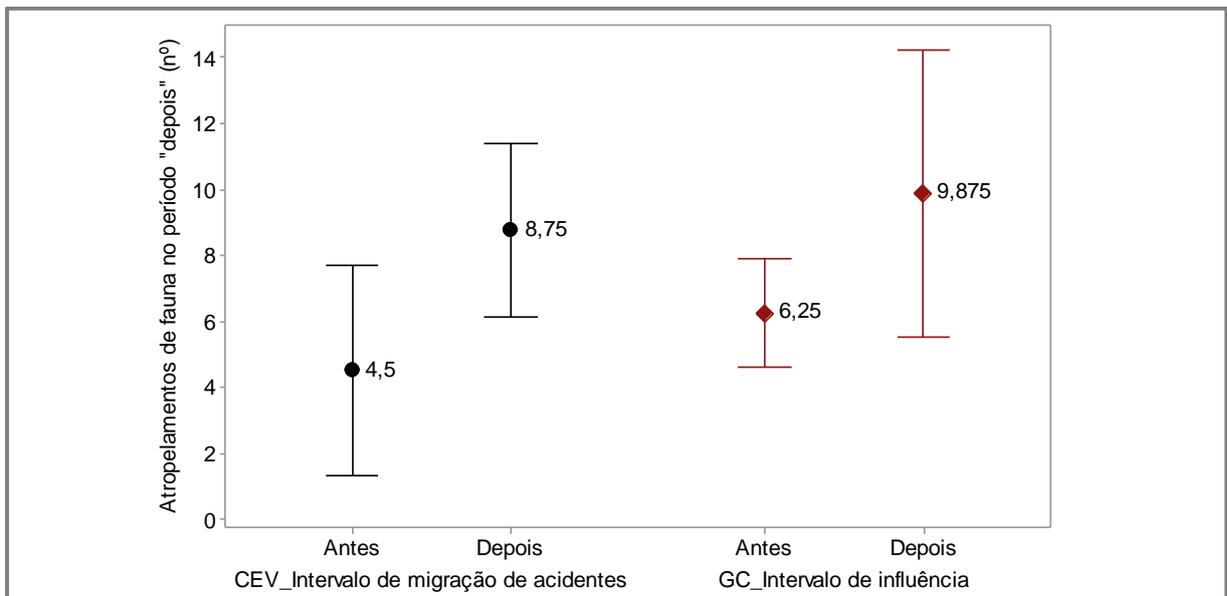
Apesar de controverso, é plausível a possibilidade do aumento das ocorrências de atropelamentos de fauna nas adjacências dos CEVs provocado por um aumento da velocidade praticada no intuito de “compensar” a redução necessária à passagem dos veículos pelos dispositivos de fiscalização.

Assim, uma vez que a influência dos dispositivos sobre a redução da velocidade praticada tem uma abrangência limitada e demonstrada aqui, como sendo de 1000 metros, o intervalo de avaliação da migração de acidentes correspondeu à distância de 1000 metros adicionais a partir do intervalo de influência dos CEVs.

Como resultado, houve um aumento da média dos registros de atropelamentos de fauna nas adjacências dos CEVs, passando de 4,5 no período “antes” para 8,75 no período “depois”. Contudo, para o grupo de comparação, o período “depois” também apresentou um aumento na média dos registros de

atropelamentos de fauna, passando de 6,25 para 9,875, conforme visualizado na FIGURA 38.

FIGURA 38 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA (95%) PARA OS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NOS PERÍODOS “ANTES” E “DEPOIS”, PARA O INTERVALO DE AVALIAÇÃO DA MIGRAÇÃO DE ACIDENTES DOS CEVS E O INTERVALO DE INFLUÊNCIA DO GRUPO DE COMPARAÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Finalmente, ao comparar as médias registradas para o período “depois”, entre o intervalo de migração de acidentes dos CEVs e o intervalo de influência do grupo de comparação, observou-se que as mesmas não diferiram estatisticamente ($t=-0,52$; $p=0,611$), não havendo assim, indícios para acreditar que os atropelamentos de fauna que deixaram de ocorrer no intervalo de influência dos CEVs tenham migrado para suas adjacências.

De fato, à exceção dos pontos contemplados pela implantação dos CEVs, para o monitoramento realizado no período após a implantação dos CEVs, de jul/2014 a jun/2015, houve um aumento no número de registros de atropelamentos de animais silvestres na BR-262/MS, ao longo do trecho de Anastácio a Corumbá, mas não há razão para atribuir este aumento ao tratamento adotado.

Lester (2015) ressalta que são muitas as variáveis envolvidas nas colisões entre veículos e animais silvestres, o que não permite a existência de uma solução fixa e única de mitigação, devendo toda medida adotada ser adaptada às conclusões do acompanhamento permanente, que medirá a sua eficácia ao longo do tempo, com o objetivo de melhoramento constante e progressivo. (LESTER, 2015).

5 CONCLUSÃO

Na rodovia federal BR-262/MS, trecho entre as cidades de Anastácio e Corumbá, os atropelamentos de animais silvestres são constantes e envolvem espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Além de ser um problema de conservação do meio ambiente, as colisões entre veículos e animais silvestres também representam um risco aos usuários da rodovia.

Entre as variáveis responsáveis pela ocorrência de acidentes rodoviários, incluso os atropelamentos de fauna, as características de volume e de velocidade do tráfego são apontadas como fatores que aumentam o risco de envolvimento em um sinistro.

No presente estudo, o baixo volume de tráfego entre os anos de monitoramento, não permitiu o estabelecimento de uma correlação significativa com os registros de atropelamentos de fauna.

Entretanto, esta característica provavelmente facilita a condução com excesso de velocidade, prática constatada em mais da metade dos veículos que tiveram suas velocidades registradas na rodovia.

Visando diminuir essa prática, os CEVs implantados no trecho supracitado, demonstraram que existe um intervalo de atuação de até 1000 metros de distância dos dispositivos, onde ocorre uma diminuição significativa da velocidade praticada pelos usuários da BR-262/MS, sendo a maior redução percebida no intervalo menor de 500 metros, onde as velocidades médias oscilaram entre 73,6 a 87,8 km.h⁻¹.

Na avaliação da eficácia desta redução da velocidade na diminuição dos registros de atropelamentos de fauna, no intervalo de influência de 1000 metros, a eficácia dos CEVs foi significativa apenas para o grupo de dispositivos que estão instalados a distâncias menores que 1000 metros entre si, com um percentual de redução de 69,0% ($\pm 7,1\%$). Já para o intervalo intermediário de 500 metros, a eficácia dos CEVs na redução dos atropelamentos de fauna foi significativa para ambos os grupos, com um percentual de redução de 57,8% ($\pm 10,2\%$) para o grupo de CEVs que não apresentam seus intervalos intermediários sobrepostos, e de 68,6% ($\pm 8,7\%$) para os CEVs que têm seus intervalos intermediários sobrepostos.

Este resultado destaca que a instalação de mais de um dispositivo CEV, em distâncias de até 1000 metros entre si, proporciona uma maior redução nos atropelamentos de animais silvestres uma vez que dificulta a retomada de velocidades

muito acima da permitida logo após a passagem pelo dispositivo de fiscalização.

Ademais, a migração das ocorrências dos atropelamentos de fauna para as adjacências dos CEVs não foi evidenciada, uma vez que a média dos registros de atropelamentos de animais silvestres, no período “depois”, não diferiu significativamente entre o intervalo de avaliação da migração de acidentes dos CEVs e do grupo de comparação.

Por conseguinte, o presente estudo sugere como recomendações:

- buscar aumentar a fiscalização da velocidade regulamentar em todo o trecho da BR-262/MS entre Anastácio e Corumbá, e não apenas pontualmente, tornando a prática do excesso de velocidade inviável para os condutores, bem como que este limite seja fixado, preferencialmente, à 80 km.h^{-1} ;
- para rodovias em que os atropelamentos de fauna se demonstrarem significativos, incentivar os gestores das mesmas, sejam públicos ou privados, na adoção de medidas de controle de velocidade e do seu monitoramento antes e depois, de forma a diminuir as ocorrências dos atropelamentos e de se aperfeiçoar gradativamente o conhecimento técnico-científico sobre a eficácia desta medida;
- dar continuidade ao monitoramento de atropelamentos de animais silvestres no trecho da BR-262/MS, entre Anastácio e Corumbá, para que se tenha uma melhor avaliação da medida mitigadora já adotada, bem como das demais medidas que venham a ser implantadas, para que esses resultados possam servir de base para a sua adoção em outras localidades.

REFERÊNCIAS

ASCENSÃO, F.; MIRA, A. Spatial patterns of road kills: a case study in Southern Portugal. In: 2005 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION, 2006, North Carolina. **Proceedings ...** Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 2006, p. 641-646.

ASCENSÃO, F.; CLEVINGER, A.; SANTOS-REIS, M.; URBANO, P.; JACKSON, N. Wildlife–vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model approach. **Ecological Modelling**, v. 257, p. 36-43, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380013001294>>. Acesso em: 08/01/2016.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v. 53, p. 31-38, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413000219>>. Acesso em: 15/12/2015.

BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 75-86, 2016.

BERTWISTLE, J. The effects of reduced speed zones on reducing bighorn sheep and elk collisions with vehicles on the yellowhead highway in Jasper National Park. In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON WILDLIFE ECOLOGY AND TRANSPORTATION, 1999, Missoula, Montana. **Proceedings ...** Missoula: ICOET, 1999, p. 87-96. Disponível em: < <http://www.icoet.net/ICOWET/99proceedings.asp>>. Acesso em: 19/01/2016.

BISSONETTE, J.A.; KASSAR, C. Data issues in describing road mortality hotspots and creating predictive models. In revision, **Landscape Ecology**, p. 1-38, 2006.

BRASIL. Resolução nº 396, de 13 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 245, p. 93-94, 22 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 245, p. 121-126, 18 dez. 2014. Seção 1.

CARR, L.W.; FAHRING, L.; POPE, S.E. Impacts of landscape transformation by Roads. In: GUTZWILLER, K.J. **Applying Landscape Ecology in Biological Conservation**. New York: Springer, 2002. p. 225-243.

CASELLA, J. **Influência da BR-262 no desflorestamento e na perda da fauna silvestre por atropelamentos no Sudoeste do Brasil, MS**. 103 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

CLEVINGER, A.P. Mitigation for impacts of roads on wildlife. In: INTERNATIONAL

CONFERENCE ON ECOLOGY & TRANSPORTATION, 2001, Keystone, Colorado. **Proceedings...** Keystone: ICOET, 2001. p. 12–13. Disponível em: < http://www.icoet.net/ICOET_2001/01proceedings_directory.html>. Acesso em: 19/01/2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Plano CNT de Transporte e Logística 2014**. Brasília: CNT, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT); SERVIÇO SOCIAL DO TRANSPORTE (SEST); SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM DO TRANSPORTE (SENAT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015.

COFFIN, A.W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, p. 396-406, 2007.

CUPOLILLO, M.T.A. **Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas**. 287 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Breve Histórico do Rodoviarismo Federal no Brasil. Disponível em: < <http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 10/11/2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Estudos de Tráfego**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Equipamentos redutores de velocidade e seu efeito sobre os acidentes nas rodovias federais**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2010.

ELVIK, R. Evaluations of road accident blackspot treatment: a case of the iron law of evaluations studies? **Accident Analysis & Prevention**, Elsevier Science Ltd., vol. 29, n. 2, p. 191–199, 1997.

ELVIK, R. The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures. In: 13th INTERNATIONAL CO-OPERATION ON THEORIES AND CONCEPTS IN TRAFFIC SAFETY, 2000, Corfu, Greece. **Proceedings ...** Greece: ICTCT, 2000, p. 105-117. Disponível em: < <http://www.ictct.org/workshops/13-corfu-greece/>>. Acesso em: 08/07/2016.

ELVIK, R. The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures. **Accident Analysis & Prevention**, Elsevier Science Ltd., vol. 34, p. 631–635, 2002.

ELVIK, R. **Making sense of road safety evaluation studies. Developing a quality scoring system**. Institute of Transport Economics. Norwegian Centre for Transport

Research, 2008. 140 p. Report.

ELVIK, R.; HOYE, A.; VAA, T.; SORENSEN, M. **The handbook of road safety measures**. 2ª ed. Emerald Group Publishing, 2009. 1124 p.

ELVIK, R. Hva bør gjøres når en evaluering ikke kan anvende beste metode? **Trafikdage på Aalborg Universitet**, Annual Transport Conference at Aalborg University, p. 1–13, 2011.

FAHRIG, L. Animal populations and roads. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY & TRANSPORTATION, 2001, Keystone, Colorado. **Proceedings...** Keystone: ICOET, 2001. p. 9–11. Disponível em: < http://www.icoet.net/ICOET_2001/01proceedings_directory.html>. Acesso em: 19/01/2016.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **Highway Safety Improvement Program**. Washington: Federal Highway Administration. FWHATS- 81-218, EUA, 1981. 268 p.

FISCHER, W.A. **Efeitos da rodovia BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal, MS**. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 1997.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and Their Major Ecological Effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 29, n. 1, p. 207–231, 1998.

FORMAN, R. T. T., SPERLING, D., BISSONETTE, J. A., CLEVINGER, A. P., CUTSHALL, C. D., DALE, V. H., FAHRIG, L., FRANCE, R., GOLDMAN, C. R., HEANUE, K., JONES, J. A., SWANSON, F. J., TURRENTINE, T., WINTER, T. C. **Road ecology: science and solutions**. 1. ed. Washington: Island Press, 2003.

FRAMARIM, C.S. **Procedimento para monitorar medidas voltadas à redução dos acidentes no sistema viário**. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FRAMARIM, C.S.; CARDOSO, G.; LINDAU, L.A. O impacto dos controladores eletrônicos de velocidade na redução dos acidentes. In: Anais do XVII ANPET, Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Rio de Janeiro, 2003. p. 530–541. Disponível em: < <http://www.perkons.com/pt/estudos-e-pesquisas-detalhes/46/o-impacto-dos-controladores-eletronicos-de-velocidade-na-reducao-de-acidentes>>. Acesso em: 13/05/2016.

GRIFFIN, L.I.; FLOWERS, R.J. **A discussion of six procedures for evaluating highway safety projects**. Texas: Texas Transportation Institute, 1996. 212 p. Technical report.

GUNSON, K.; TEIXEIRA, F.Z. Road-wildlife mitigation planning can be improved by identifying the patterns and processes associated with wildlife-vehicle collisions. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of Road Ecology**.

Oxford:Wiley Blackwell, 2015. p. 101-109.

GUNTHER, K. A.; BIEL, M. J.; ROBISON, H. L. Factors influencing the frequency of road-killed wildlife in Yellowstone National Park. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WILDLIFE, THE ENVIRONMENT AND TRANSPORTATION, 1998, Fort Myers, Florida. **Proceedings...** Fort Myers: ICOET, 1998. p. 32–42. Disponível em: < <http://www.icoet.net/ICOWET/98proceedings.asp>>. Acesso em: 19/01/2016.

HAUER, E. **Observational before-after studies in road safety**. 1ª ed. Pergamon Press, Elsevier Science Ltd., Oxford, England, 1997. 306 p.

HAUER, E.; HARWOOD, D.W; COUNCIL, F.M.; GRIFFITH, M.S. Estimating safety by the empirical bayes method: a tutorial. **Transportation Research Board**, Washington, DC, vol. 1784, p. 126–131, 2002.

HILTY, J.A.; LIDICKER JR., W.Z.; MERENLENDER, A.M. **Corridor Ecology, The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation**. Washington: Island Press, 2006.

HOBDAY, A. J.; M. L. MINSTRELL. Speed Kills: Mitigating Roadkill in Tasmania. **Tasmanian Conservationist**, n. 304, p. 4-6, 2006.

HOBDAY, A. J.; M. L. MINSTRELL. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: human management options. **Wildlife Research**, v. 35, p. 712-726, 2008.

HOYE, A.; ELVIK, R.; SORENSEN, M.W.J. **Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak**. Transportøkonomisk institutt. Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning, 2011. 92 p. Report.

HUIJSER, M.P.; MCGOWEN, P.; CLEVINGER, A.P.; AMENT, R. **Wildlife–vehicle Collision Reduction Study: Best Practices Manual**. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration, 2008. 204 p. Report. Disponível em: < <https://www.environment.fhwa.dot.gov/ecosystems/wvc/index.asp>>. Acesso em: 15/04/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Geo Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Edições IBAMA. Brasília, 2002.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **Before-and-after study**. Transportation Safety Council, Washington, D.C, 2009. 18 p. Technical brief. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.184.8837&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11/08/2016.

JONES, M. E. Road upgrade, road mortality and remedial measures: impacts on a population of eastern quolls and Tasmanian devils. **Wildlife Research**, Australia, v. 27, p. 289-296, 2000.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, p. 147-155, 2005.

KLOEDEN, C.N.; PONTE, G., MCLEAN; A.J. **Traveling speed and the risk of crash involvement on rural roads**. Road Accident Research Unit. University of Adelaide, Australia. Department of Transport and Regional Services Australian Transport Safety Bureau, Australia, 2001. 46 p. Report n° CR 204. Disponível em: < <http://raru.adelaide.edu.au/ruralspeed>>. Acesso em: 15/01/2016.

KNAPP, K.K.; YI, X.; OAKASA, T.; THIMM, W.; HUDSON, E.; RATHMANN, C. **Deer-Vehicle Crash Countermeasure Toolbox: A Decision and Choice Resource**. Midwest Regional University Transportation Center, Deer-Vehicle Crash Information Clearinghouse, University of Wisconsin-Madison, Madison, 2004. 46 p. Report n° DVCIC - 02. Disponível em: < <http://www.deercrash.org/toolbox/>>. Acesso em: 13/01/2016.

LANGEVELDE, F.V.; JAARSMA, R. Using traffic flow theory to model traffic mortality in mammals. **Landscape Ecology**, Netherlands, v. 19, p. 895–907, 2004.

LESTER, D. Effective Wildlife Roadkill Mitigation. **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, v. 3, p. 42-51, 2015.

MAGNUS, Z.; KRIWOKEN, L.; MOONEY, N.J.; JONES, M.E. **Reducing the incidence of wildlife roadkill: improving the visitor experience in Tasmania**. Cooperative Research Centre for Sustainable Tourism, Australia, 2004. 42 p. Technical Reports. Disponível em: < <http://eprints.utas.edu.au/3027/>>. Acesso em: 13/01/2016.

MAIA, A.C.R.; BAGER, A. **Projeto Malha: manual para equipe de campo**. Lavras: Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – Universidade Federal de Lavras, 2013. 30p. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/imgs/imagesCMS/publicacao/pdf/11.pdf>>. Acesso em: 11/01/2016.

MEESE, R.J., SHILLING, F.M., QUINN, J.F. **Wildlife Crossings Guidance Manual**. California: California Department of Transportation - Department of Environmental - Science and Policy - University of California, 2009. 111p. Technical Reports. Disponível em: < http://roadecology.ucdavis.edu/files/content/projects/CA_Wildlife%20Crossings%20Guidance_Manual.pdf>. Acesso em: 11/01/2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Sharing Road Safety: Developing an International Framework for Crash Modification Functions**. OECD Publishing, 2012. 133 p. Research Report. Disponível em: < <http://www.oecd.org/publications/sharing-road-safety-9789282103760-en.htm>>. Acesso em: 11/08/2016.

RATTON, P.; SOBANSKI, M.B.; RATTON, E. Gestão ambiental de empreendimentos rodoviários estudo de caso – BR-262/MS. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 2013, Gramado/RS. **Anais ...** Disponível em: <<http://www.itti.org.br/portal/images/Artigos/Marcela/gesto%20ambiental%20de%20e mpredimentos%20rodovirios%20.pdf>>. Acesso em: 10/02/2016.

ROEDENBECK, I.A.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C.S.; HOULAHAN, J.E.; JAEGER, J.A.G.; KLAR, N.; KRAMER-SCHADT, S.; VAN DER GRIFT, E.A. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. **Ecology and Society**, v. 12, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art11/>>. Acesso em: 15/01/2016.

RYTWINSKI, T.; FAHRING, L. The impacts of roads and traffic on terrestrial animal populations. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of Road Ecology**. Oxford:Wiley Blackwell, 2015. p. 237-246.

SARNO, C.C.B.; VILANOVA, L.M.; COSENTINO, R.M.; SANTOS, V. **Fiscalização da velocidade média em trecho da via**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, 2012. 11 p. Nota Técnica.

SECO, A.J.M.; FERREIRA, S.M.P.; SILVA, A.M.B.; COSTA, A.H.P. Manual do planeamento de acessibilidades e transportes - Segurança Rodoviária. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional Norte, Portugal, 2008. 56 p. Disponível em: <http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/Documentos/Manualde Aces sibilidades/ManuaisCCDRNmiolo_AF/11SegRodoviaria_AF.pdf>. Acesso em: 20/05/2016.

SEILER, A. **The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden**. 48 f. Thesis - Department for Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2003.

SEILER, A.; HELLDIN, J.O. Mortality in wildlife due to transportation. In: DAVENPORT, J.; DAVENPORT, J. L. **The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment**. Berlin: Springer, 2006. p. 165–189.

SHEN, J.; GAN, A. Development of crash reduction factors methods, problems, and research needs. **Transportation Research Record**, n. 3, p. 50-56, 2010.

SILCOCK, D.; SMITH, K.; KNOX, D. **What limits speed? Factors that affect how fast we drive**. Ross Silcock Limited in association with Social Research Associates, 2000. 66 p. Technical Reports. Disponível em: <http://roadsafetyfoundation.org/media/11306/aa_foundation_fdn27.pdf>. Acesso em: 24/02/2016.

SOBANSKI, M.B.; RATTON, P.; RATTON, E. **Proposta de Dispositivos de Proteção à Fauna. Programa de Monitoramento de Atropelamentos de Fauna – BR-262/MS: Anastácio a Corumbá**. Curitiba: UFPR/ITTI, 2013. 90 p. Relatório Técnico.

SOBANSKI, M.B.; RAMOS, S.M.; RATTON, P. Distribution and abundance of wildlife

roadkills in a segment of the BR-262 highway in Mato Grosso do Sul state, mid-west Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, São Paulo, v. 01-02, p. 143–152, 2014.

SOUZA, J.C.; CUNHA, V.P.; MARKWITH, S.H. Spatiotemporal variation in human-wildlife conflicts along highway BR-262 in the Brazilian Pantanal. **Wetlands Ecol Manage**, v. 23, p. 227–239, 2015.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). **Highway Capacity Manual**. National Research Council, Washington, D.C, 2000. 1207 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA (ITTI). **Relatório Final – BR-262/MS: Anastácio a Corumbá**. Curitiba: UFPR/ITTI, 2015. 1265 p. Relatório Técnico.

ULLMAN, E.L. The role of transportation and the bases for interaction. In: THOMAS Jr., W.L. **Man's Role in Changing the Face of the Earth**. Chicago: University of Chicago Press, 1956. p. 862-880. (Reprinted in Bobbs-Merrill Reprint Series in Geography, G-240, 1968).

VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: Challenges and opportunities of rapid global growth. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of Road Ecology**. Oxford: Wiley Blackwell, 2015. p. 1-9.

VOGELESANG, R.A.W. **Empirical Bayes methods in road safety research**. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, 1997. 44 p. Report. Disponível em: <<http://www.swov.nl/rapport/D-97-13.pdf>>. Acesso em: 10/08/2016.

WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Speed management. A road safety manual for decision-makers and practitioners**. Geneva, Global Road Safety Partnership, 2008. 196 p.

WORD WIDE FUND FOR NATURE – BRASIL (WWF-BRASIL). **Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Cerrado e Pantanal**. Brasília: WWF-Brasil, 2015. 128 p. Relatório Técnico. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/pub_aureasprioritarias_capa_miolo_web_07jan16.pdf>. Acesso em: 22/02/2016.

WRIGHT, C.C.; ABBESS, C.R.; JARRETT; D.F. Estimating the regression-to-mean effect associated with road accident black spot treatment: towards a more realistic approach. **Accident Analysis & Prevention**, Elsevier Science Ltd., vol. 20, n. 3, p. 199–214, 1988.