

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

BRUNO SILVA FREITAS

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS: O CASO DA
DUPLICAÇÃO DA BR-304 (RETA TABAJARA) NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**

**NATAL/RN
2019**

BRUNO SILVA FREITAS

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS: O CASO DA
DUPLICAÇÃO DA BR-304 (RETA TABAJARA) NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
Engenharia Civil apresentado ao Centro
Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-
RN) como requisito final para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Werner Farkatt
Tabosa.

Coorientador: Prof. Msc. Raymison
Rodrigues Cardoso

NATAL/RN
2019

BRUNO SILVA FREITAS

**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS: O CASO DA
DUPLICAÇÃO DA BR-304 (RETA TABAJARA) NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Engenharia Civil, apresentado ao Centro
Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-
RN), como requisito final para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Werner Farkatt Tabosa
Orientador

Profa. Mariana Medeiros de Araújo Nunes
Convidado Interno

Prof. Msc. Raymison Rodrigues Cardoso
Convidado Externo

Dedico este trabalho aos meus pais, que são pessoas admiráveis em sua essência e que sempre me impulsionaram a buscar vida nova a cada dia. Meus agradecimentos, por terem aceito se privar de minha companhia pelos estudos, concedendo-me a oportunidade desta realização acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me proporcionado alcançar mais uma conquista.

Aos meus pais, Vanusa Silva dos Santos e Jorge Claudio de Abreu Freitas, por acreditarem e apoiarem as minhas escolhas, esforçando-se junto a mim, para que fossem supridas todas as dificuldades.

Aos professores Dr. Werner Farkatt Tabosa e Msc. Raymison Rodrigues Cardoso, pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração do presente trabalho, incentivando-me e colaborando no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus amigos, em especial, Shardson Alves Silva, por me propiciarem momentos inesquecíveis no decorrer dos semestres.

“O mundo é um lugar perigoso de se viver,
não por causa daqueles que fazem o mal,
mas sim por causa daqueles que
observam e deixam o mal acontecer.”

(Albert Einstein)

RESUMO

A presente pesquisa abrangeu um estudo sobre os impactos ambientais gerados pelas rodovias, tendo como referência a BR-304 (Reta Tabajara) localizada no estado do Rio Grande do Norte. Para tanto, o trabalho incluiu uma análise de monografias, livros, artigos e dissertações de mestrado, voltados para o mesmo tema, sendo esta a primeira parte do estudo. Dentro desta etapa, foram expostos os principais acontecimentos no setor de transporte e na legislação ambiental. Falou-se inicialmente sobre os planos que incentivaram a construção das rodovias e, em seguida, sobre o descuido com meio ambiente, que afeta principalmente os aspectos socioeconômico, biótico e físico. Logo após, discorreu sobre os principais impactos ambientais ocasionados pelas rodovias e posteriormente adentrou nas soluções para reduzir os problemas de natureza biótica, usando como referência a obra de duplicação da BR-304 e as medidas mitigadoras propostas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) juntamente com a empresa terceirizada da Zago Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. Somado a isso, no estudo de caso, foi realizado o monitoramento da rodovia durante os três primeiros meses do ano de 2019 (fevereiro, abril e maio), buscando coletar dados fotográficos e realizar pesquisa de opinião, junto aos moradores das proximidades da rodovia, motoristas de automóveis de passeio e caminhoneiros que trafegam rotineiramente nesta rodovia. Dessa forma, obteve-se dados comparativos com o monitoramento da empresa buscando-se avaliar as soluções propostas pelo DNIT, além de citar outros métodos possíveis de serem utilizados na rodovia para passagem de animais (rampas, passagem aérea, entre outros), que possivelmente não esgotam todas as possibilidades de solução para os problemas apresentados, mas certamente irão contribuir para a melhoria da gestão ambiental.

Palavras-chave: Reta Tabajara. BR-304, Impactos Ambientais em Rodovias. Passagem de Fauna.

ABSTRACT

This research covered a study on the environmental impacts generated by the highways, with reference to BR-304 (Reta Tabajara) located in the state of Rio Grande do Norte. Therefore, the work included an analysis of monographs, books, articles and master's dissertations, focused on the same theme, this being the first part of the study. Within this stage, the main events in the transportation sector and environmental legislation were exposed. Initially, we talked about the plans that encouraged the construction of the highways, and then about the carelessness with the environment, which mainly affects the socioeconomic, biotic and physical aspects. Shortly thereafter, he discussed the main environmental impacts caused by the highways and later entered the solutions to reduce biotic problems, using as a reference the duplication work of BR-304 and the mitigating measures proposed by the National Department of Transport Infrastructure (DNIT).) together with the outsourced company of Zago Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. In addition, in the case study, the highway was monitored during the first three months of 2019 (February, April and May), seeking to collect photographic data and conduct opinion polls with residents of the highway, passenger car drivers and truck drivers routinely driving this highway. Thus, comparative data were obtained with the company's monitoring in order to evaluate the solutions proposed by DNIT, besides citing other possible methods to be used on the highway for animal passage (ramps, air passage, among others), which possibly They do not exhaust all the possibilities for solving the problems presented, but they will certainly contribute to the improvement of environmental management.

Keywords: Straight Tabajara. BR-304, Environmental Impacts on Highways. Fauna Passage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Setores estudados durante a elaboração do AIA.	20
Figura 2 - Escorregamento do solo em cunha.	23
Figura 3 - Animal morto por atropelamento na rodovia BR-050.	25
Figura 4 - Conjunto de túneis com passagem superior cercada.	28
Figura 5 - Túnel na Alemanha.	28
Figura 6 - Rampas construídas para a passagem de animais.	29
Figura 7 - Rampa construída para a passagem de animais.	29
Figura 8 – Cercas de arame galvanizados para a proteção dos animais.	30
Figura 9 – Cercas vivas.	31
Figura 10 - Sinalização estática BR 116-392/RS.	32
Figura 11 - Sinalização estática BR 116-392/RS.	32
Figura 12 - Corte transversal de diferentes tipos de bueiros.	33
Figura 13 - Panfleto informativo.	34
Figura 14 - BR-304/RN.	35
Figura 15 - Abundância registrada em todos os meses de execução do monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN.	37
Figura 16 - Riqueza registrada em todos os meses de execução do monitoramento da fauna atropelada na BR 304/RN.	38
Figura 17 - Mamífero morto.	38
Figura 18 - Réptil morto.	39
Figura 19 - Ave morta.	39
Figura 20 - Localização da BR-304/RN.	42
Figura 21 - Mamífero morto.	45
Figura 22 - Animal morto.	46
Figura 23 - Anfíbio morto.	46
Figura 24 - Mamífero morto.	47
Figura 25 – Regiões com maior mortandade no monitoramento de 2019.	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Riqueza registrada em todos os meses de monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN.	45
Gráfico 2 - Dados dos entrevistados	49
Gráfico 3 - Dados dos entrevistados	49
Gráfico 4 - Contabilização da 1ª pergunta.....	50
Gráfico 5 - Contabilização da 2ª pergunta.....	51
Gráfico 6 - Contabilização da 3ª pergunta.....	52
Tabela 1 - Dimensões de passagens de fauna comumente utilizadas em obras de infraestrutura	40
Tabela 2 - Tabela indicando a quantidade de placas de advertência de travessia de animais silvestres e as coordenadas onde cada uma deverá ser instalada.	41
Tabela 3 - Abundância registrada em 8 semanas de execução do monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN	44
Tabela 4 - Dados dos entrevistados	47
Tabela 5 – Contabilização da 1ª pergunta	50
Tabela 6 - Contabilização da 2ª pergunta.....	50
Tabela 7 - Contabilização da 3ª pergunta.....	51
Tabela 8 – Relação dos bueiros que poderão ser adaptados como passagens de fauna	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	Geral	14
1.1.2	Específicos	14
1.2	METODOLOGIA	14
1.3	JUSTIFICATIVA.....	15
2	RODOVIA E MEIO AMBIENTE: UMA VOLTA AO PASSADO	17
3	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS	20
3.1	ANTRÓPICA (SOCIOECONÔMICA)	21
3.2	FÍSICA	22
3.3	BIÓTICA	23
4	SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS NO MEIO BIÓTICO	26
4.1	TÚNEIS RODOVIÁRIOS	27
4.2	ECODUTOS OU PONTES DE ECOSSISTEMAS	28
4.3	CERCAS GUIAS OU CERCAS VIVAS	30
4.4	PLACAS DE SINALIZAÇÃO	31
4.5	BUEIROS.....	32
5	IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO CAUSADOS PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (RETA TABAJARA) E MEDIDAS MITIGADORAS PROPOSTAS PELO DNIT	35
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA BR-304/RN.....	35
5.2	METODOLOGIA EMPREGADA PELA EMPRESA ZAGO PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA	36
5.3	RESULTADOS.....	36
5.4	BUEIROS.....	39
5.5	PASSAGEM DE FAUNA COM FUNÇÃO MÚLTIPLA DE ESPÉCIE	40
5.6	PASSAGENS (RAMPAS) SECAS.....	40

5.7	CERCAS GUIAS	41
5.8	PLACAS DE SINALIZAÇÃO	41
6.	ESTUDO DE CASO: MONITORAMENTO DOS IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO PROVOCADO PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (análise in loco das propostas do DNIT)	42
6.1	METODOLOGIA EMPREGADA NO MONITORAMENTO DE FAUNA ATROPELADA	43
6.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	ANEXOS	61

1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário no Brasil é o meio de transporte mais utilizado atualmente para o deslocamento de cargas e pessoas, estimulando de forma importante a economia nacional. Entretanto, os relatos históricos apontam que o primeiro modal a ser expandido no país foi o ferroviário, que teve seu declínio após a terceira Revolução Industrial na década de 1940. Em decorrência, esse avanço tecnológico incrementou o setor automobilístico e, conseqüentemente, o transporte rodoviário passou a ter maior importância no contexto socioeconômico da nação. Desse modo, a partir da década de 1930, o país passou a realizar vários investimentos e planos governamentais, tais como o Plano Nacional Viário (PNV), Plano Salte, Plano de Metas e outros, que, somados à expansão econômica, foram os responsáveis pela implantação e ampliação do sistema rodoviário na segunda metade do século XX (OLIVEIRA, 2018).

Nas décadas de 1960 e 1980, quando ocorreu o ápice das construções rodoviárias por todo o território nacional, o Brasil passou a se preocupar com o meio ambiente quando foi instituída a Política Nacional do Meio Ambiente, em 1981. Esta criou o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e toda a estrutura ambiental do país. Sendo assim, várias leis foram elaboradas ao longo desse tempo e, em 1997, o CONAMA instituiu a obrigatoriedade do licenciamento ambiental tanto para os novos como para antigos empreendimentos, ensejando as fiscalizações, que são feitas por órgãos competentes, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB) (ROCHA, 2006).

Apesar do avanço, os empreendimentos rodoviários ainda apresentam óbices quanto ao atendimento de exigências estabelecidas pela legislação ambiental. Isso dá margem à ocorrência de problemas de degradação ambiental. A partir de então, o estudo desse tema passou a ser extremamente relevante para avaliar os principais impactos provocados pela construção de rodovias, sendo eles, antrópicos (socioeconômicos), físicos e bióticos (SIMONETTI, 2010).

Nessa perspectiva, o presente trabalho buscou aprofundar os estudos referentes aos impactos ambientais gerados pela duplicação da BR-304, trecho entre a cidade de Macaíba/RN e a rotatória das BRs 304 e 226, em razão de ser uma

importante rodovia para o estado, tendo em vista, que a mesma interliga Natal, capital do estado do RN, ao seu interior, bem como, a outras capitais do norte do Brasil. O objetivo primordial desta pesquisa é avaliar os principais impactos ambientais gerados com a duplicação da rodovia BR-304, aprofundando o tema ao meio biótico.

Visando atingir os objetivos secundários, foi feito um levantamento bibliográfico referente a história do setor rodoviário e da legislação do meio ambiente no Brasil, bem como foram identificadas as alterações ambientais mais relevantes provocados pelas rodovias e os dispositivos utilizados para mitigação dos problemas apresentados no meio biótico. Foi feito também, um breve histórico sobre a BR-304, no que se refere à situação atual, versando sobre a sua extensão e conexões com as maiores rodovias do Brasil e sobre a sua duplicação. Foram expostos ainda, os problemas ambientais gerados pela construção de rodovias e como as mesmas interferem em todo um ecossistema existente no seu entorno. Interpretando os resultados de estudos recentes (últimos 5 anos), foi verificado a existência indicadores que apontam que após a implantação das rodovias, é muito comum acontecer atropelamentos de animais silvestres e/ou domésticos. Visando minimizar impactos ao ecossistema na área de influência direta das rodovias, algumas ações são comumente proposta, tais como a passagem de fauna em bueiro, passagens de fauna aéreas, bueiros, cercas guias, dentre outras (OLIVEIRA, 2018). Por fim, no estudo de caso, foi apresentada a metodologia utilizada para a execução do monitoramento, comparações e discussões dos resultados do monitoramento da Reta Tabajara.

Para tanto, foi realizada a revisão da literatura do assunto e um estudo de caso *in loco*, por meio de oito visitas, no ano de 2019, à rodovia. Essas visitas possibilitaram a coleta de material fotográfico e de opiniões de caminhoneiros, motoristas de carros de passeio e moradores das comunidades existentes do entorno ou que utilizam a BR-304/RN diariamente. Ademais, propiciaram a análise dos fatores relevantes, no que tange à duplicação da rodovia e seus impactos na vida cotidiana dos indivíduos e no meio ambiente. Por fim, foi feito um comparativo de resultados obtidos no monitoramento do estudo de caso com o da Zago Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda (empresa especializada em planejamento de obras, implantação e monitoramento), buscando avaliar as soluções propostas por eles e, mediante as discordâncias, foram citados outros métodos possíveis de serem utilizados na rodovia.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho estão classificados em geral e específico e serão apresentados nos próximos itens.

1.1.1 Geral

O objetivo deste estudo é avaliar os principais impactos ambientais gerados com a duplicação da rodovia BR-304/RN, trecho conhecido como Reta Tabajara, tendo como estudo de caso o meio biótico.

1.1.2 Específicos

Os objetivos específicos são:

- 1) Expor os principais acontecimentos no setor de transporte e na legislação do meio ambiente, de forma a estabelecer a ordem cronológica de cada um, por meio de levantamento bibliográfico;
- 2) Identificar os principais impactos ambientais gerados com a implantação das rodovias;
- 3) Explanar alguns métodos utilizados pelo DNIT para mitigação dos impactos no meio biótico;
- 4) Realizar uma análise quantitativa e qualitativa dos animais atropelados na Reta Tabajara ao longo dos meses de fevereiro, abril e maio de 2019; e,
- 5) Comparar resultados obtidos no monitoramento do estudo de caso com o estudo realizado pela Empresa de Consultoria Ambiental Zago, buscando avaliar as soluções mitigadoras propostas por eles para a referida rodovia e, mediante as discordâncias, citar outros métodos possíveis de serem utilizados na rodovia.

1.2 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, foram feitas visitas de campo e análise de materiais bibliográficos, tais como: livros, monografias, artigos e dissertações de mestrado, cujas consultas ocorreram de forma contínua, do início ao fim da pesquisa.

Através delas, buscou-se adquirir o conhecimento básico sobre os impactos ambientais causados por obras rodoviárias, buscando-se identificar desde os principais métodos utilizados para a avaliação de impactos ambientais até as ações mitigadoras mais comumente descritas na literatura. Além disso, foi observada cronologicamente, a partir da leitura de artigos e monografias, a evolução do setor rodoviário no Brasil, e os impactos gerados ao meio ambiente em decorrência deste tipo de obra de engenharia.

As oito visitas de campo realizadas no corrente ano, ocorreram no período de fevereiro, abril e maio (17 e 24/02; 14, 21 e 28/04; 05, 19 e 26/05), visando fazer registros *in loco* dos animais atropelados na BR - 304. Segundo Cruz (2015), “a necessidade de coletar material fotográfico se dá, porque permite o registro mecânico do local, a fim de possibilitar o levantamento dos efeitos no meio biótico e vislumbrar maneiras de amenizá-los”. Desse modo, foram comparados os resultados obtidos durante este monitoramento com aqueles fornecidos pela Empresa de Consultoria Ambiental Zago ao DNIT - Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes (DNIT, 2012).

Além das fotos, foram feitas entrevistas, com perguntas diretas aos moradores, caminhoneiros e motoristas de automóveis de passeio, (Apêndice I), a fim de se conhecer a opiniões dos usuários, em relação à importância da rodovia e de sua duplicação e no que tange aos impactos antrópicos (socioeconômicos), físicos e bióticos provocados ao meio ambiente com a duplicação da rodovia.

1.3 JUSTIFICATIVA

No Brasil, o sistema rodoviário é o meio de transporte mais comumente utilizado para locomoção de pessoas ou transporte de cargas por todo o território nacional, sendo considerada uma importante ferramenta para o desenvolvimento econômico do país. O estudo ora proposto se justifica pela importância que as rodovias representam para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, bem como estas podem interferir positivamente ou negativamente para a preservação ambiental e a qualidade de vida da população.

Segundo Rocha (2006), “o impacto ambiental consiste na alteração do meio ambiente ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade humana”. O objetivo de se estudar os impactos ambientais é, principalmente, o de

avaliar as consequências destas ações, para que possa haver a prevenção da alteração de qualidade do ambiente antes, durante e após a execução da obra.

Os programas de monitoramento ambiental ensejam minimizar, mitigar e controlar as repercussões decorrentes da implantação de obras de rodoviárias, bem como o atendimento às exigências legais que visam a melhoria da qualidade ambiental da região onde a rodovia está inserida.

2 RODOVIA E MEIO AMBIENTE: UMA VOLTA AO PASSADO

Neste capítulo serão apontados os principais acontecimentos no setor de transporte e na legislação do meio ambiente, de forma a estabelecer a ordem cronológica de cada um e visando conhecer a tardia relação entre as rodovias e meio ambiente.

Na época Colonial, as grandes navegações foram as primeiras atividades de transporte praticadas no Brasil. Com o aumento da população brasileira (desbravadores, jesuítas e bandeirantes), o transporte brasileiro foi se desenvolvendo lentamente, por meio das pequenas embarcações, seguido pelo transporte à tração animal e mais tarde, pelas ferrovias. Mediante ao anseio de crescimento econômico, o setor ferroviário foi o primeiro modal de transporte a ser expandido no Brasil. A partir daí, as ferrovias sofreram ritmo acelerado de crescimento, da década de 1920 até 1940 (FRUET, 1995).

No ano de 1937, houve a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Sua primeira proposta de plano de viação foi aceita em 1944 e, mesmo assim, as rodovias não tinham como competir com as ferrovias naquela época. A terceira Revolução Industrial, que ocorreu na segunda metade do século XX, é uma das fases da Revolução Industrial e ficou conhecida como Revolução Técnico-Científica-Informacional. Neste período, o setor automobilístico teve uma grande ascensão, por conseguinte, o setor ferroviário estagnou, ocasionando o sucateamento dos trens. Em 1951, ocorreu a aprovação do Plano Nacional Viário (PNV), definindo o modal rodoviário como prioritário no Brasil (GALVÃO, 1996).

O setor rodoviário brasileiro sempre esteve aliado aos interesses econômicos do país, por esse motivo, os grandes planos de desenvolvimento, aliados à expansão econômica, foram grandes responsáveis pela implantação e ampliação do sistema rodoviário na segunda metade do Século XX (ROCHA, 2006).

Um exemplo, foi o plano SALTE (Saúde, Alimentação, Transporte e Energia), proposto em 1947 e aprovado em 1951. Esse foi o primeiro ensaio econômico no Brasil que reunia as propostas de vários ministérios e contava com os recursos da União e de empréstimos externos, que foram bastante utilizados na construção de rodovias (ACCARINI, 2003).

O Plano de Metas, de Juscelino Kubitschek (JK), foi criado para o desenvolvimento da infraestrutura do Brasil. JK era ambicioso e queria desenvolver o

Brasil com a campanha “50 anos em 5”. Dessa forma, os planos nacionais tiveram como ponto comum o desenvolvimento de infraestrutura, nos quais as rodovias obtiveram fortes investimentos. Isso respaldou os governos a financiarem e buscarem investimentos externos, por via de empréstimos para implantar as rodovias (ROCHA, 2006).

Enquanto isso, a questão ambiental teve uma evolução diferente, pois o fortalecimento dela não se deu por investimentos e nem planos governamentais, mas pela evolução e rigor da legislação e por meio de fiscalização exercida pelas autoridades competentes (FREIRE, 2011).

Embora houvesse o atraso para a sua regulamentação, é a partir da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), criada pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que toda a questão ambiental passa a ser definida no Brasil Conjuntamente ao PNMA, se regulamente o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sendo este formado pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios responsáveis pela proteção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental no Brasil. Esse grande sistema é constituído por várias unidades, distribuído hierarquicamente, começando pelo CONAMA, órgão responsável pelo estabelecimento de normas e critérios que regulamenta as práticas da política ambiental (ROMANINI, 2003).

Em 1997, o CONAMA instituiu a obrigatoriedade de se elaborar a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), exigindo dos empreendedores de qualquer atividade a elaborarem estudos prévios de diagnósticos de suas atividades. É importante destacar, que as atividades rodoviárias são as primeiras a compor a lista, sendo obrigatória a elaboração da atividade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivamente o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (ROCHA, 2006).

No ano de 2000, o DNER entrou em processo de readequação que durou até 2001, sendo extinto e, logo após, criado o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), que, diferentemente do DNER, não é responsável somente pelas rodovias federais, mas também pelas hidrovias marítimas, portos e ferrovias. Somente no dia 10 de março de 2004, foi publicada a Resolução DNIT nº 06, prevendo, em sua estrutura, a existência da Coordenação Geral do Meio Ambiente (CEMAB) (FREIRE, 2011).

Dessa forma, pode-se perceber que o transporte rodoviário brasileiro passou por um longo processo de estruturação e contou com todo um cenário econômico

favorável. Enquanto que a questão ambiental, só muito tempo depois da consolidação do rodoviarismo, passou a ter importância nas políticas públicas brasileiras, o que explica, em parte, a pouca maturidade da gestão ambiental no setor rodoviário atualmente (ROCHA, 2006).

3 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS

Para estudar os impactos ambientais é necessário conhecer a definição de meio ambiente, alvo dos empreendimentos da engenharia. Na legislação brasileira, meio ambiente é “o conjunto de considerações, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abre e rege a vida em todas as formas” (Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981, art. 3, inciso “I”).

Tendo conhecimento necessário para a compreensão dos impactos ambientais, o CONAMA (BRASIL, 1986), define:

Art.1.[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e bióticas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II- as atividades sociais e econômicas;
- III- a biota
- IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V- a qualidade dos recursos naturais.

Através do Art.02 do CONAMA, atividades modificadoras do meio ambiente, tais como: estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento, ferrovias, portos, aeroportos, oleodutos, obras hidráulicas, dentre outros; dependem de elaboração do EIA/RIMA.

De acordo com Oliveira e Moura (2009), para elaboração de uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) devem ser estudados os impactos causados em três setores (Figura 1), que são apresentados a seguir:

Figura 1 - Setores estudados durante a elaboração do AIA.

Meio Físico	Meio Biológico	Meio Antrópico
Climatologia		Dinâmica populacional
Qualidade do ar	Ecossistema terrestre	Uso e ocupação do solo
Ruído	Ecossistema aquático	Nível de vida
Geologia	Ecossistema de transição	Estrutura produtiva e de serviço
Geomorfologia		Organização social
Recursos hídricos		
Solo		

Fonte: Oliveira e Moura (2009).

Estes enfoques são estudados por equipes multidisciplinares que objetiva obter em resultado do cenário real e construir em plano de controle dos fatores e recurso envolvidos. Esse estudo é exigido por lei para a elaboração do EIA/RIMA que dão origem ao AIA (OLIVEIRA, 2018).

Entende-se, então, que o impacto ambiental consiste na alteração do meio ambiente ou em algum de seus componentes, por determinada ação ou atividade humana. O objetivo de se estudar os efeitos ambientais em rodovias é, principalmente, o de avaliar as consequências da sua implantação, para que possa haver a prevenção da alteração da qualidade do local após a execução dessas obras.

Sendo assim, quando mal dimensionada, a obra terá grandes riscos ambientais que podem ser irreversíveis. Esses riscos podem ser de natureza antrópica (socioeconômica), física e biótica.

3.1 ANTRÓPICA (SOCIOECONÔMICA)

A economia tem sua relevância através da produtividade, renda, número de habitante e acumulação de capital. Esse fenômeno gera benefícios e auxilia o desenvolvimento econômico, tornando o mercado mais competitivo (OLIVEIRA, 2018).

O desenvolvimento local se dá por vários motivos. Em destaque, essa pesquisa buscou relatar sobre os impactos gerados pela construção ou duplicação de uma rodovia afetos também ao setor econômico. Segundo Freire (2011), sob um enfoque positivo, as estradas geram oportunidades de serviços e empregos e a instalação de novos pontos residenciais e industriais, que resultam na atração de pessoas para áreas antes pouco ou não habitadas. Além disso, podem servir como canais de escoamento de produtos, proporcionando ocupações em suas proximidades, associando-se ao movimento de estrada.

Segundo Tavares (2015), podem ocorrer construções de vias secundárias, com fins locomotivos, possibilitando que a população residente na região as utilize para transporte particular ou para transportes públicos. Em conjunto, podem existir novos estabelecimentos comerciais, sendo eles, mercados, postos de gasolina, restaurantes, entre outros.

Tavares (2015) relata, também, que os impactos negativos estão presentes a partir da degradação ambiental provocada pela urbanização induzida ou sem planejamento ao longo ou em pontos específicos da estrada, com a poluição visual em decorrência à colocação de painéis ao longo da rodovia, indução ao desenvolvimento desordenado de atividades de produção, serviços, moradias no transcurso das rodovias, migração de mão-de-obra e alteração ou deslocamento da economia de subsistência. Pode ocorrer ainda a necessidade de indenização aos moradores, que por ventura precisem deixar suas moradias, seja por desapropriação direta definitiva ou temporária.

Sendo assim, os principais impactos encontrados no meio socioeconômico estão relacionados às alterações nas atividades econômicas das regiões por onde a trajetória da rodovia transcorre, ocasionando mudanças nas condições de emprego, e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos habitantes.

3.2 FÍSICA

A cobertura vegetal exerce um papel fundamental na proteção dos solos. Com as construções rodoviárias, pode-se iniciar ou acelerar os processos erosivos ocasionados mediante a realização de desmatamentos no momento dos trabalhos de terraplenagem, em especial, quando realizadas nos locais mais sensíveis ao fenômeno e se forem executadas no período do ano de maior pluviosidade (REZENDE; COELHO, 2015)

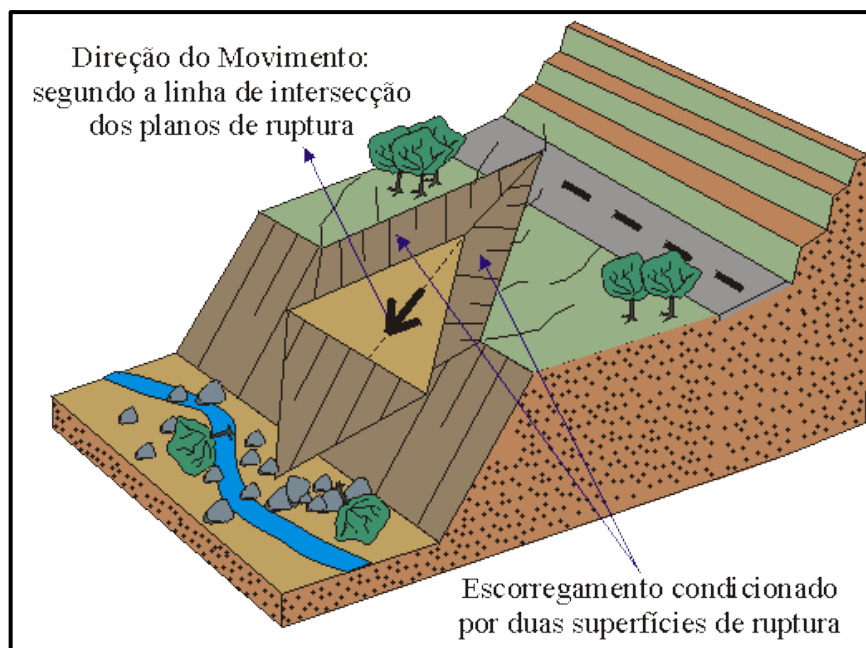
Além disso, é possível o carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem. O material exposto, ocasionado pelo terraplenagem e retirado pelas águas pluviais e correntes, poderá ser transportado e depositado em locais mais baixos, indo até os cursos de drenagem. Isso ocorrerá em função dos movimentos de terra necessários às obras durante a fase de construção, implantação de pátios e alojamentos, operações de cortes, aterros e escavações de obras de arte especiais (pontes, viadutos e túneis).

Já a interferência com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas poderá ocorrer durante a fase de construção, como efeito do carreamento de sólidos, assoreamento da rede de drenagem, além da utilização de banheiros, cozinhas e refeitórios e outras estruturas de apoio às obras, como as usinas de asfalto e centrais de britagem. É possível, também, acontecer acidentes com vazamentos de cargas,

nas proximidades dos cursos de drenagem, que podem provocar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (CARDOSO, 2017).

Faz-se, necessário ainda saber a litologia predominante do local, a estabilidade dos maciços e o afloramento do solo para que possa identificar, previamente, as propensões geotécnicas de uma região para possíveis impactos ambientais, tais como: escorregamento (Figura 2), deslizamento, queda de blocos, erosões, assoreamento, entre outros (SIMONETTI, 2010).

Figura 2 - Escorregamento do solo em cunha.



Fonte: Filho (2011).

3.3 BIÓTICA

Segundo Alves e Guimarães (2018), as construções rodoviárias e de estradas impacta negativamente o meio ambiente, principalmente a fauna local, ocasionando fragmentação dos habitats, efeito de borda, isolamento geográfico e atropelamento de animais silvestres.

A fragmentação impede a conectividade de áreas vegetais, interferindo nos movimentos negativos, alimentação, acasalamento e troca gênica das espécies, e consequentemente resultando o declínio populacional. Outra consequência da fragmentação é o efeito de borda, que aumenta os níveis de luz, temperatura, umidade e vento na região de contato entre o fragmento florestal e a área desmatada (ALVES; GUIMARÃES, 2018).

Além disso, o efeito barreira impacta a fauna terrestre em empreendimentos lineares, como em rodovias. Ele consiste na instalação de estruturas que impedem ou dificultam o deslocamento de espécimes da fauna no espaço natural. Uma vez que a supressão linear de ambientes é permanente e inevitável, o impacto sobre a fauna ocorre da mesma forma permanente e inevitável, mas que pode ser mitigado (CARDOSO, 2017).

Estarão presentes também, problemas relacionados a poluição do ar, ruídos e vibrações, ocasionados pela operação de máquinas, equipamentos e veículos que passam na rodovia, afetando não só meio biótico, mas também a população que reside no local (SIMONETTI, 2010). Romanini (2003) reafirma a geração desses impactos ambientais e chama a atenção aos impactos sobre a fauna decorrentes dos altos níveis de ruído gerados pelo tráfego.

Segundo Prada (2004), o ruído está entre os fatores mais importantes do “efeito de evitação” de rodovias, causado pela perturbação gerada pelo tráfego. Várias espécies de mamíferos apresentam densidade de população muito baixa em áreas distando de 100 m a 200 m de rodovias. Esse fato está relacionado ao volume do tráfego e à velocidade média de trânsito dos veículos.

O ruído de tráfego ou de circulação tem como origem o acúmulo dos níveis sonoros produzidos pelos veículos automotores em funcionamento (ruído da mecânica do veículo) e/ou em movimento como ruído aerodinâmico, ruído da interação pneu-pavimento e o efeito da velocidade e da aceleração dos veículos (LÁO, 2004).

A consequência mais preocupante desses impactos é a perda da biodiversidade local em nível de espécies (Figura 3), ambientes e patrimônio genético, cujo alcance extrapola os limites de qualquer empreendimento (CARDOSO, 2017).

Figura 3 - Animal morto por atropelamento na rodovia BR-050.



Fonte: Aleixo (2015).

4 SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS NO MEIO BIÓTICO

Existem três razões principais para querer reduzir o atropelamento de fauna em estradas: a primeira é ética, na qual o reconhecimento da importância dos seres vivos nos obriga a perseguir a drástica redução na mortalidade, na expectativa da sua eliminação; a conservacionista é outra razão, pois os atropelamentos podem comprometer a viabilidade em longo prazo das populações de espécies nativas em uma região e especialmente em áreas de conservação ou em seu entorno, esse risco deve ser evitado; por último, mas não menos importante, é a segurança dos usuários das estradas, as colisões com animais, que podem causar danos à saúde dos motoristas e/ou econômicos. Considerando cada uma dessas razões, podemos inferir o nível de importância de uma taxa de atropelamentos de uma determinada estrada ou região (CARDOSO, 2017).

A justificativa para necessidade de ações de mitigação (ética e conservação) recebem amplo amparo na legislação brasileira (artigo 225 da Constituição Federal e Lei 9605/98 - Lei de Crimes Ambientais e seu decreto regulamentador) e que de acordo com ela, os crimes ambientais são classificados em cinco tipos diferentes, sobre a fauna ela diz:

Art. 29. Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida:
Pena - detenção de seis meses a um ano, e multa [...].

Mediante a essa lei, o DNIT trabalha com informações de diversas fontes para a tomada de decisão e implantação das medidas de proteção à fauna, em relação aos atropelamentos. Numa primeira fase, são produzidos Estudos de Impacto Ambiental e Planos Básicos Ambientais (PBA), que se alinham com os projetos básicos de engenharia das rodovias, que indicam a necessidade de inserção, a quantidade, a tipologia e a localização sugerida para implantação dos dispositivos de travessia de fauna.

O período de amostragem compreende necessariamente, no mínimo, 12 meses (1 ano), para obtenção de dados comparáveis estudos anteriores às obras. Além disso, o material coletado servirá para identificar as espécies mais afetadas e os locais com mais risco, levando em conta também o período do ano com maior incidência de atropelamentos (DNIT, 2012).

Quanto à abundância dos registros de algumas espécies, Hobby e Minstrell (2008) colocam que, embora sejam desagradáveis, os atropelamentos das espécies abundantes podem não ser o fator condicionante para levar o declínio da população, mas o isolamento geográfico, fragmentação de habitat, efeito de borda, são fatores significativos para a diminuição da fauna

Cada rodovia tem um conjunto diferente de condições ambientais e de aspectos de engenharia. Não há solução única que possa ser generalizada para todas as situações. As medidas de proteção à fauna nas imediações das rodovias são um conjunto amplo que envolve a implantação dos dispositivos, iniciativas educativas e de fiscalização dos usuários. Como dispositivos o DNIT utiliza: túneis rodoviários, ecodutos ou pontes de ecossistemas, cercas guias, placas de sinalização, bueiros entre outros. No caso específico da Reta Tabajara, pode se dizer que esse três últimos poderão ser implantados ao longo da rodovia.

4.1 TÚNEIS RODOVIÁRIOS

Com extensões dependentes dos obstáculos a ser transportado, os túneis (Figuras 4 e 5) são habitualmente construídos quando as feições topográficas dificultam a adoção de outras medidas, tal como regiões montanhosas. Ao separar fisicamente o tráfego e a fauna, praticamente eliminam os incidentes. Entretanto, devido seu alto custo, raramente são utilizados (CARR et al., 2002).

Figura 4 - Conjunto de túneis com passagem superior cercada.



Fonte: Jones (2011).

Figura 5 - Túnel na Alemanha.



Fonte: Iuell et al. (2003)

4.2 ECODUTOS OU PONTES DE ECOSISTEMAS

Os ecodutos ou pontes de ecossistemas, tendo sido inicialmente testados na Europa há mais de quatro décadas, constituem uma alternativa de mitigação avaliada positivamente, quanto a sua capacidade de propiciar deslocamentos para amplo espectro de animais. Características importantes para sua efetividade são as efetividades de coberturas vegetais e a instalação de barreiras visuais, por meio do plantio de espécies arbústeas (ARROYAVE et al., 2006).

Permitem uma continuidade de habitats, pois a própria estrutura recria um ambiente atrativo a fauna (AHERN et al., 2009) (Figura 6 e 7). Normalmente, têm mais de 70 metros de largura e, preferencialmente, mais de 100 metros de comprimento, atendendo a todos os grupos de fauna terrestres (BECKMANN et al., 2010; CLEVINGER; HUITSER, 2011).

Figura 6 - Rampas construídas para a passagem de animais.



Fonte: Romanzoti (2014).

Figura 7 - Rampa construída para a passagem de animais.



Fonte: Damarad e Bekker (2003)

4.3 CERCAS GUIAS OU CERCAS VIVAS

As cercas guias são as ferramentas mais efetivas para evitar atropelamentos (AHERN et al., 2009) e, quando combinadas com estruturas de passagens (BOND; JONES, 2008), configuram a melhor alternativa para restauração de conectividade em rodovias.

A Norma DNIT-ES 077/2006 estabelece os modelos de telas de proteção da fauna, indica a utilização de telas de arame galvanizado associadas com placas de pré-moldados de concreto, de fibrocimento ou de fibra de vidro ($h \cong 30$ cm). Ela também estabelece a implantação da cerca a uma distância de 100 metros para cada lado da estrutura de travessia da fauna (CARDOSO, 2017).

Não existe definição da extensão das áreas a serem cercadas, normalmente, existem restrições para que sejam instaladas de modo contínuo. As cercas (Figura 8) devem ser colocadas nos dois lados da rodovia e devem ser simétricas (CLEVENGER; HUIJSER, 2011).

Segundo DNIT-ES 077/2006, as cercas vivas (Figura 9) delimitam a faixa de domínio da rodovia ou o corredor ecológico interceptado pela rodovia. Ela constituída pelo plantio de espécies arbustivas, que devido à sua robustez resiste ao impacto de animais, podendo a vir funcionar como quebra vento, ou corta fogo impedindo a passagem das queimadas para a faixa de domínio.

Figura 8 – Cercas de arame galvanizados para a proteção dos animais.



Fonte: Santos (2015).

Figura 9 – Cercas vivas.



Fonte: Ribeiro e Lima (2017).

4.4 PLACAS DE SINALIZAÇÃO

As placas de sinalização não representam uma medida eficaz para evitar os acidentes com a fauna local, devido à falta de habituação dos motoristas a esse tipo de sinal nas estradas. Estratégias, tais como a combinação da sinalização, referentes à fauna com a sinalização indicativa de velocidade máxima de sinais luminosos intermitentes em determinados horários resultam na redução de 3,7 a 7,4 km/h (BECKMANN et al., 2010).

Mesmo com pesquisas e estudos demonstrando que a sinalização com equipamentos moveis luminosos são mais eficazes que a sinalização estática (Figuras 10 e 11), no Brasil, é utilizada a sinalização estática.

Figura 10 - Sinalização estática BR 116-392/RS.



Fonte: Lauxen (2012).

Figura 11 - Sinalização estática BR 116-392/RS.



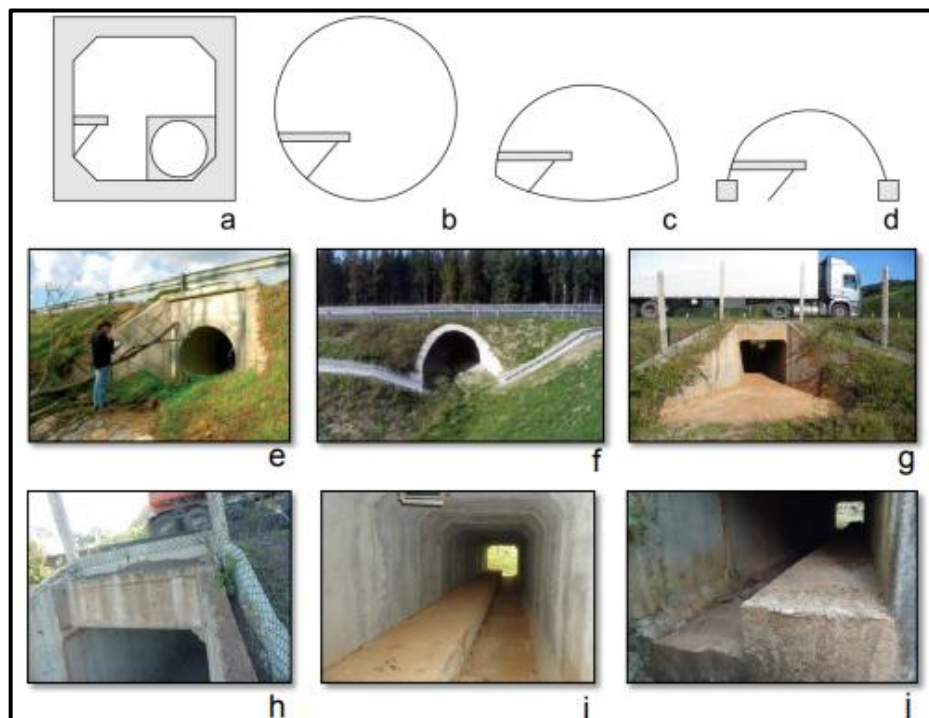
Fonte: Lauxen (2012).

4.5 BUEIROS

Originalmente, os bueiros, destinados à função de drenagem, com pequenas adaptações, podem ser eficientes para utilização de passagem de vertebrados. Em muitos países, encontram-se esses tipos de passagem, como por exemplo em Portugal, Estados Unidos, Austrália, Brasil, entre outros. Esses bueiros (Figura 12) possuem normalmente entre 0,6 m e 2,5 m de largura ou diâmetro e podem ser dos seguintes tipos (LAUXEN, 2012):

- Bueiro celular: geralmente de concreto, apresenta grande área basal e pode ser instalado em módulos, sendo de simples construção;
- Bueiro circular: maior profundidade da água facilitando o fluxo da fauna;
- Bueiro tubular em arco: área basal ampliada, perfil baixo; e
- Bueiro em arco: substrato do curso d'água mantido em condições próximas as naturais, o que é recomendado especialmente para peixes.

Figura 12 - Corte transversal de diferentes tipos de bueiros.



Fonte: Lauxen (2012).

Legenda: Exemplos de plataformas para passagem seca: (a, g, h, i, j) passagem celular; (b, e); passagem circular; (c) passagem tubular (d, f) passagem em arco.

Corte transversal de diferentes tipos de bueiros e exemplos de plataformas para passagem seca. a,g,h,i,j) celular; b,e) circular; c) tubular em arco; d,f) arco. O bueiro celular (a) apresenta em seu interior, à direita, plataforma sobre bueiro circular servindo como passagem seca, solução adotada pelo DNIT em alguns projetos de rodovias federais. Em g), cerca direcionadora, com detalhe em h). Em i) e j), detalhes de passagem seca no interior do bueiro celular. Observe-se a ausência de rampas de saída para facilitar o acesso da fauna no bueiro apresentado em j). Esquema adaptado de BAKER & VOTAPKA (1990); fotos: (e) IUELL *et al.* 2003, (f) BANK *et al.* 2002.

Além dessas medidas, cabe destacar que a presença de dispositivos é apenas uma das medidas que permitem eficácia na proteção à fauna contra atropelamentos em rodovias, e não garante, sozinha, seu sucesso. Para isso, o DNIT depende da conscientização dos usuários das estradas para um comportamento de direção preventiva em relação à fauna e também da colaboração da sociedade para a conservação das cercas, que direcionam a fauna silvestre às passagens, como para

a manutenção das cercas, que separam as propriedades da faixa de domínio das rodovias, evitando assim a circulação de animais domésticos, junto à pista, e os riscos decorrentes (LAUXEN, 2012).

No Brasil, panfletos informativos (Figura 13) vêm sendo distribuídos em postos policiais e de pedágio em rodovias licenciadas pelo IBAMA, como na BR 386/RS - Tabai - Estrela, em fase de duplicação.

Figura 13 - Panfleto informativo.



Fonte: Lauxen (2012).

5 IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO CAUSADOS PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (RETA TABAJARA) E MEDIDAS MITIGADORAS PROPOSTAS PELO DNIT

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA BR-304/RN

A BR-304/RN (Figura 14), foi implantada na década de 1960, pelo 7º Batalhão de Engenharia de Combate (Batalhão Visconde de Taunay), com a finalidade de ligar Fortaleza, capital do estado do Ceará, à Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte. Ela é uma rodovia federal brasileira, que passa por Mossoró, a segunda cidade mais populosa do estado. Possui a extensão de 422,3 km, sendo 101 km no Ceará, e liga as duas maiores rodovias do Brasil, a BR-101 e a BR-116, passando pelos municípios de Aracati, Mossoró, Açu, Angicos, Fernando Pedroza, Lajes, Caiçara do Rio do Vento, Riachuelo, Santa Maria, Macaíba, Parnamirim e Natal, sendo o primeiro no estado do Ceará (CREA, 2014).

Figura 14 - BR-304/RN.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O trecho que está sofrendo duplicação localiza-se entre a cidade de Macaíba/RN e a rotatória das BRs 304 e 226. Para ser feita a obra, foi necessário a

confeção do Plano Básico Ambiental (PBA), no qual está descrito o detalhamento das medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas pelo empreendedor para reduzir impactos ambientais da fauna existente nessa rodovia.

5.2 METODOLOGIA EMPREGADA PELA EMPRESA ZAGO PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA

A Zago Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda., foi a empresa responsável pela a realização do monitoramento da via, pautada na Instrução Normativa nº 13/2013 do MMA, no seu Art. 3º, que diz que; “o empreendedor deverá realizar 4 campanhas ao longo de 12 meses, com periodicidade trimestral, sendo duas campanhas feitas para obtenção da Licença Prévia (LP) e duas para a aquisição da Licença de Instalação (LI)”.

Conforme consta no Relatório da Zago Engenharia e Consultoria Ambiental de 2017, tendo como responsável Rosa Helena Zago Lóes, toda a extensão do empreendimento foi percorrida de automóvel, a uma velocidade máxima de 40 Km/h, em ambos os sentidos, a fim de realizar a amostragem das ocorrências de indivíduos da fauna atropelados ao longo da BR-304/RN. O objetivo era registrar cada espécime que se envolvesse em acidente com veículos na faixa de rolamento da rodovia. Essa atividade iniciou em março de 2016 e foi concluída em fevereiro de 2017 (CARDOSO, 2017).

Para calcular a taxa de atropelamentos de forma mais precisa, foram realizados também monitoramentos com deslocamento a pé, em cinco lotes aleatórios de um quilômetro cada, sendo percorrido cerca de 20% do trecho monitorado.

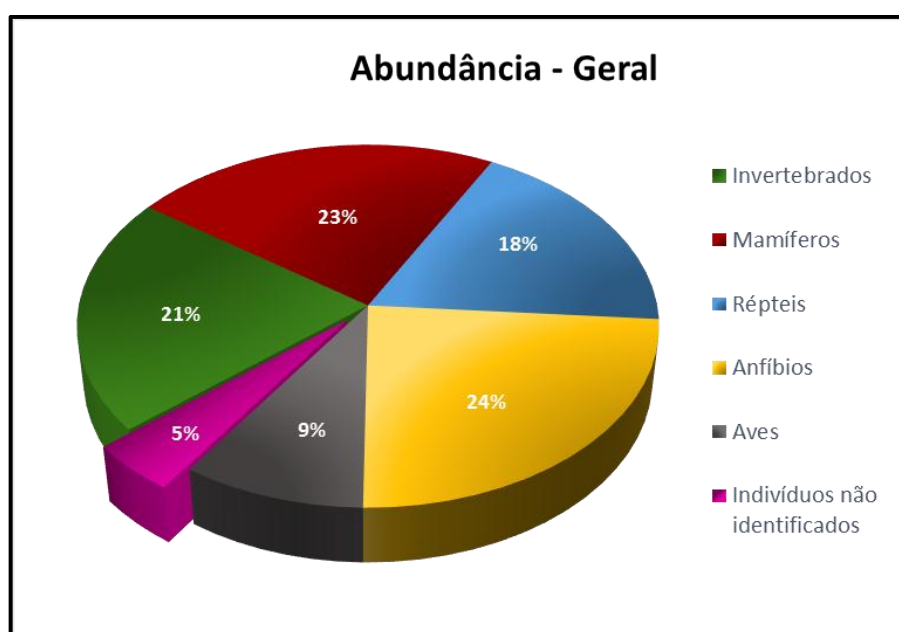
Os animais registrados foram fotografados e as informações importantes como, data e hora do registro, coordenadas geográficas e identificação do animal foram inseridas em formulários específicos para o registro de atropelamentos de espécimes da fauna.

5.3 RESULTADOS OBTIDOS PELA ZAGO ENGENHARIA E CONSULTORIA AMBIENTAL

Depois da análise dos resultados obtidos, através da execução do monitoramento, verificou-se que, em 12 meses de coleta de dados 2016 e 2017, cerca de 340 indivíduos foram atropelados no trecho que compreende do Km 285,0 ao Km 311,9.

Dos 337 indivíduos atropelados registrados, 81 pertenciam ao grupo dos anfíbios, 62 pertenciam ao grupo dos répteis, 77 pertenciam ao grupo dos mamíferos, 31 pertenciam ao grupo das aves, 71 pertenciam ao grupo dos invertebrados e outros 15 indivíduos não puderam ser identificados, quanto ao grupo ao qual pertenciam, devido ao estado avançado de decomposição (CARDOSO, 2017). Seguem os dados (Figura 15), contendo a abundância registrada em todos os meses de monitoramento da fauna atropelada na BR-304/RN:

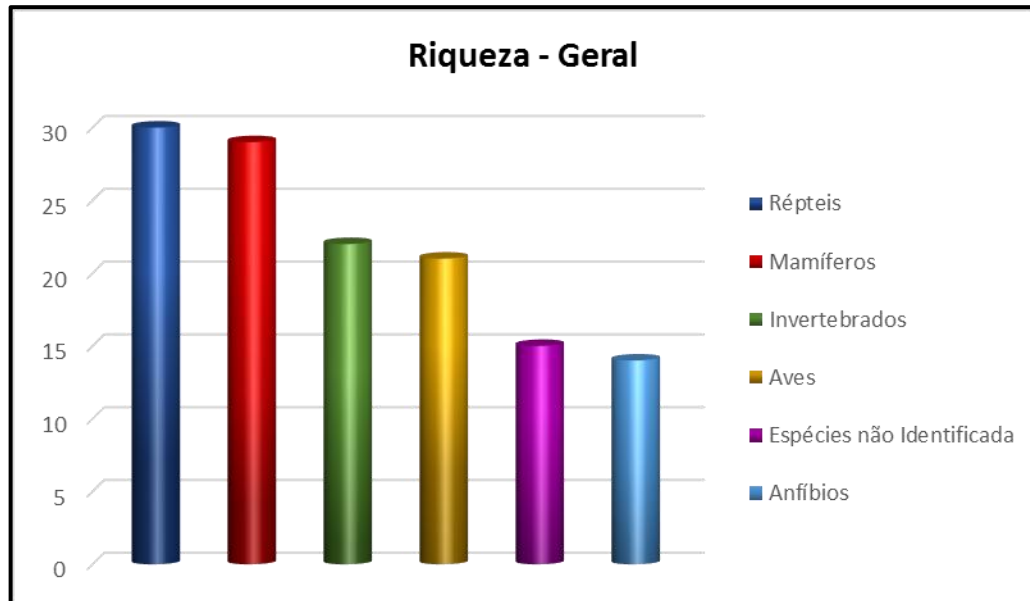
Figura 15 - Abundância registrada em todos os meses de execução do monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN.



Fonte: Cardoso (2017).

No que tange à riqueza de espécies (Figura 16), o grupo dos répteis foi o que obteve o maior número de indivíduos registrados em todo o estudo, catalogando um total de 30 espécies atropeladas, enquanto que o dos mamíferos aparece na sequência, com 29. O dos invertebrados ocupou a terceira posição, seguido pelo grupo das aves, que apareceu com um total de 21 espécies. Em penúltimo lugar, estão as espécies que não puderam ser identificadas (15), devido ao elevado estado de decomposição ou ao estado da carcaça que, com a movimentação dos automóveis, acaba por desfigurar o indivíduo atropelado. Por último, o grupo dos anfíbios que registrou um total de 14 espécies de toda a riqueza observada (CARDOSOS, 2017).

Figura 16 - Riqueza registrada em todos os meses de execução do monitoramento da fauna atropelada na BR 304/RN.



Fonte: Cardoso (2017).

Seguem (Figuras 17, 18 e 19) os registros fotográficos promovidos pela empresa responsável pelo monitoramento:

Figura 17 - Mamífero morto.



Fonte: Cardoso (2017).

Figura 18 - Réptil morto.



Fonte: Cardoso (2017).

Figura 19 - Ave morta.



Fonte: Cardoso (2017).

Após a obtenção dos dados registrados pelo monitoramento, foram indicados a localização e os modelos de estruturas que são mais convenientes para as espécies da fauna levantada: bueiros, passagem de fauna com função múltipla, passagens secas, cercas guias e placas de sinalização.

5.4 BUEIROS

Depois da verificação das passagens de fauna existentes na rodovia, foi determinada a localização de cada uma delas, bem como o estado de conservação

das áreas aos arredores. Tais dados foram levantados para avaliar a possibilidade de utilização dos mesmos em passagens de fauna.

Por conseguinte, observou-se que a maioria dos bueiros existentes na rodovia hoje não possui o tamanho indicado para passagens transversais, contudo, estão localizados em regiões que podem ser empregadas como áreas de deslocamento da fauna. Tal fato demonstra que essas estruturas são de interesse do DNIT e podem ser usadas, desde que sejam reformadas e transformadas em estruturas adequadas para a passagem de fauna.

5.5 PASSAGEM DE FAUNA COM FUNÇÃO MÚLTIPLA DE ESPÉCIE

Com o objetivo de sugerir o modelo mais indicado para as espécies faunísticas que foram levantadas pelo estudo, a estrutura de passagem de fauna com função múltipla espécies foi apontada como sendo a que melhor atenderia à necessidade deste trecho na rodovia.

De acordo com (Cardoso, 2017) o DNIT não possui diretrizes indicando o tamanho adequado para as passagens de fauna, é comumente utilizado os tamanhos descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões de passagens de fauna comumente utilizadas em obras de infraestrutura.

Altura (em metros)	Largura (em metros)
1,5	2,0
2,0	2,5
2,5	3,0
3,0	3,0

Fonte: Oikos (2004).

5.6 PASSAGENS (RAMPAS) SECAS

Ainda durante o monitoramento de fauna atropelada, o DNIT determinou que as passagens secas poderão ser instaladas na metade do comprimento total da altura da estrutura. Uma vez que altura mínima prevista para as passagens de fauna é de 1,50 m, as rampas secas deverão ser construídas com 75 cm.

5.7 CERCAS GUIAS

Para que as passagens faunísticas sejam utilizadas em sua totalidade, o DNIT também diz ser necessária a instalação de cercas que guiem os animais até as estruturas de travessia. Essa instalação deverá ser feita em cada um dos bueiros selecionados para esse tipo de passagem, bem como nos viadutos, que por ventura também forem utilizados para esse fim.

5.8 PLACAS DE SINALIZAÇÃO

Por fim, de forma a complementar as medidas mitigadoras já indicadas neste estudo, o DNIT optou por utilizar as placas de sinalização, por considerar ser uma medida importante para alertar os usuários da rodovia onde ocorrem as maiores taxas de travessias de animais silvestres.

Para tanto, foram indicadas 14 placas de sinalização (Tabela 2), informando a existência de animais silvestres ao longo do trecho da BR 304/RN (Reta Tabajara), que deverão ficar viradas para o fluxo da via.

Tabela 2 - Quantidade de placas de advertência de travessia de animais silvestres e as coordenadas onde cada uma deverá ser instalada.

PLACAS DE TRAVESSIA DE FAUNA	COORDENADAS UTM (25 M)	
	X	Y
	224431	9348416
	224639	9348600
	226730	9349112
	226881	9349170
	229831	9350081
	230046	9350158
	231048	9050461
	231681	9350672
	234463	9350915
	236192	9350789
	238100	9350938
	238519	9351009
	248221	9348734
	248645	9348635

Fonte: Cardoso (2017).

6. ESTUDO DE CASO: MONITORAMENTO DOS IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO PROVOCADO PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (análise in loco das propostas do DNIT)

A duplicação da BR-304/RN tem como objetivo adequar a capacidade de tráfego, a fim de melhorar o fluxo de veículos ao longo da via. O trecho da rodovia que está sendo duplicada inicia no Km 285,0, no acesso à BR-226 (A), localizada na microrregião do Macaíba (Figura 20), atravessa o município que tem o mesmo nome e desenvolve-se numa direção Leste-Oeste, finalizando no Km 311,9, no viaduto Trampolim da Vitória, entre Natal e Parnamirim.

Figura 20 - Localização da BR-304/RN.



Fonte: Cardoso (2017).

O impacto ambiental, como dito anteriormente, consiste nas alterações no ambiente causadas pelo desenvolvimento das atividades humanas no espaço geográfico. Nesse sentido, ele pode ser positivo, quando resulta em melhorias para o

ambiente, ou negativo, quando essas alterações causam algum risco para o ser humano ou para os recursos naturais de um determinado ecossistema.

Tendo em vista que a presente pesquisa buscou se aprofundar nos impactos gerados ao meio biótico, oriundos da duplicação da BR-304/RN, foram explanados, a partir do monitoramento ambiental da rodovia, os dados relativos à identificação das espécies faunísticas envolvidas.

6.1 METODOLOGIA EMPREGADA NO MONITORAMENTO DE FAUNA ATROPELADA

Com base na Instrução Normativa nº 13/2013, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), foi realizado o estudo de caso *in loco*, por meio do monitoramento da fauna atropelada, a fim de conseguir os dados necessários para avaliar os métodos propostos pelo DNIT, destinados à redução dos atropelamentos na rodovia. Além disso, a pesquisa baseou-se nos registros levantados pela empresa Zago (CARDOSO, 2017), visando comparar os resultados obtidos nos dois tipos de controle.

Para a amostragem das ocorrências de indivíduos de fauna atropelados na Rodovia BR-304/RN, toda a extensão do empreendimento foi percorrida de automóvel, durante três meses, assuma vez por semanas e sempre aos domingos pela manhã, a uma velocidade máxima de 40 Km/h, em ambos os sentidos. O objetivo foi registrar cada espécime que se envolveu em acidente com veículos na faixa de rolamento da rodovia.

Para calcular a taxa de atropelamentos de forma mais precisa, utilizou-se a mesma metodologia aplicada pela empresa Zago, sendo realizado o monitoramento com deslocamento a pé em cinco lotes aleatórios, de um quilômetro cada. Com isso, cerca de 15 a 20% do trecho monitorado foi percorrido a pé, possibilitando assim o cálculo do fator de correção, que compara as taxas obtidas nas amostragens de carro com as amostragens realizadas a pé.

O cálculo para o esforço amostral utilizado no percurso da rodovia por carro foi:

- 27 (quilômetros) x 2 (sentidos) = 54 (cinquenta e quatro) quilômetros.

O cálculo para o esforço amostral utilizado no percurso da rodovia a pé foi:

- 05 (quilômetros) X 2 (sentidos) = 10 (dez) quilômetros.

Os resultados obtidos, através da execução do monitoramento, mostram que em três meses de coleta de dados, 43 animais (Tabela 3) foram atropelados no trecho que compreende do Km 285,0 ao Km 311,9.

Tabela 3 - Abundância registrada em 8 semanas de execução do monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN

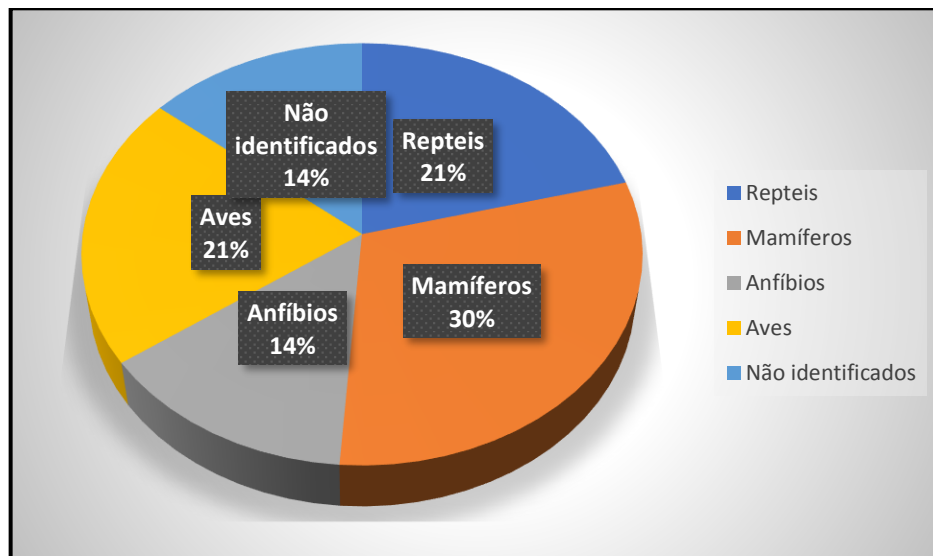
		Datas							Total
Classe	17/02	24/02	14/04	21/04	28/04	05/05	19/05	26/05	
Repteis	1	1	1	1	2	1	1	1	9
Mamíferos	2	1	2	2	1	2	2	1	13
Anfíbios	2	1	1	0	1	0	0	1	6
Aves	1	1	1	1	1	2	1	1	9
Não identificados	1	1	0	0	1	1	1	1	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Dos 43 animais registrados, 9 pertenciam ao grupo dos répteis, 13 pertenciam ao grupo dos mamíferos, 6 pertenciam ao grupo dos anfíbios, 9 pertenciam ao grupo das aves e 6 animais não puderam ser identificados, quanto ao grupo ao qual pertenciam, devido ao estado avançado de decomposição. Vale destacar que o maior número de atropelamentos foi registrado entre condomínio Fazenda Real 1 e 2 e o posto da Polícia Rodoviária Federal.

No que tange à riqueza, o grupo dos mamíferos foi o que obteve o maior percentual (Gráfico 1) de registros de morte.

Gráfico 1 - Riqueza registrada em todos os meses de monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Durante as visitas na BR-304/RN (Reta Tabajara), aos domingos, pela manhã, nos dias 17 e 24/02; 14, 21 e 28/04; 05, 19 e 26/05 do corrente ano, foram registrados, a partir de fotografias, os animais encontrados mortos, provavelmente, por atropelamento (Figuras 21, 22, 23 e 24).

Figura 21 - Mamífero morto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 22 - Animal morto.

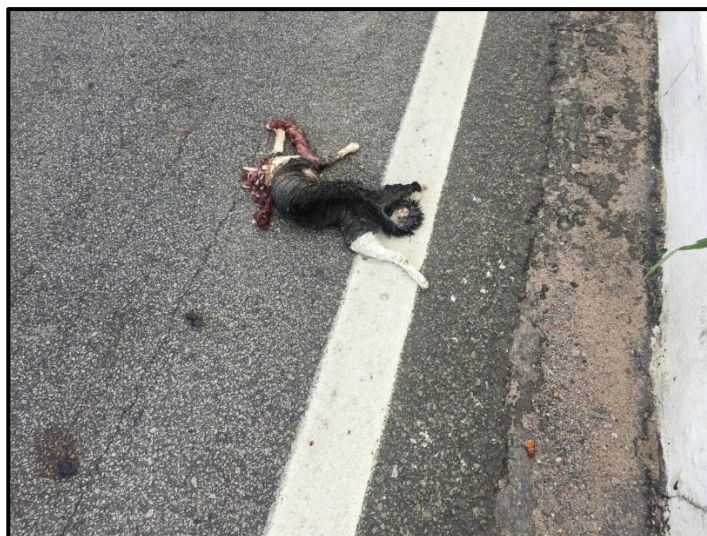


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 23 - Anfíbio morto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 24 - Mamífero morto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Além do monitoramento da fauna, foram realizadas entrevistas com aplicação de um questionário de perguntas fechadas (ANEXO 1) com os moradores e motoristas (de carros pequenos e caminhões) que utilizam frequentemente a BR-304/RN, a fim de obter a percepção dos entrevistados no que diz respeito à importância da rodovia e da sua duplicação. Bem como, capturar a ótica dos usuários da rodovia no que tange aos impactos antrópicos (socioeconômicos), físicos e bióticos.

Desse modo, no decorrer das 8 visitas de campo foram entrevistadas 30 pessoas, nas proximidades da rodovia e postos de gasolina, sendo 15 moradores, 10 motoristas de carro pequeno, que passam rotineiramente na rodovia, e 5 caminhoneiros. Segue a lista dos entrevistados, contendo idade, sexo e as respectivas classificações (Tabela 4):

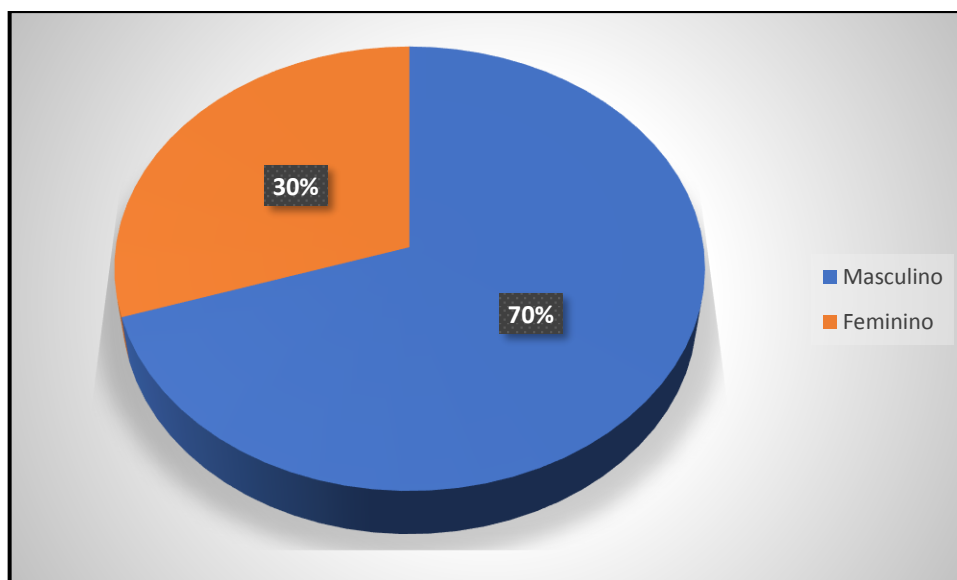
Tabela 4 - Dados dos entrevistados

Categoria	Idade	Sexo
Morador	19	Masculino
Morador	26	Feminino
Morador	27	Masculino
Morador	27	Masculino
Morador	30	Feminino
Morador	30	Feminino
Morador	32	Masculino
Morador	33	Masculino
Morador	37	Masculino
Morador	50	Masculino
Morador	52	Feminino
Morador	54	Feminino
Morador	58	Feminino

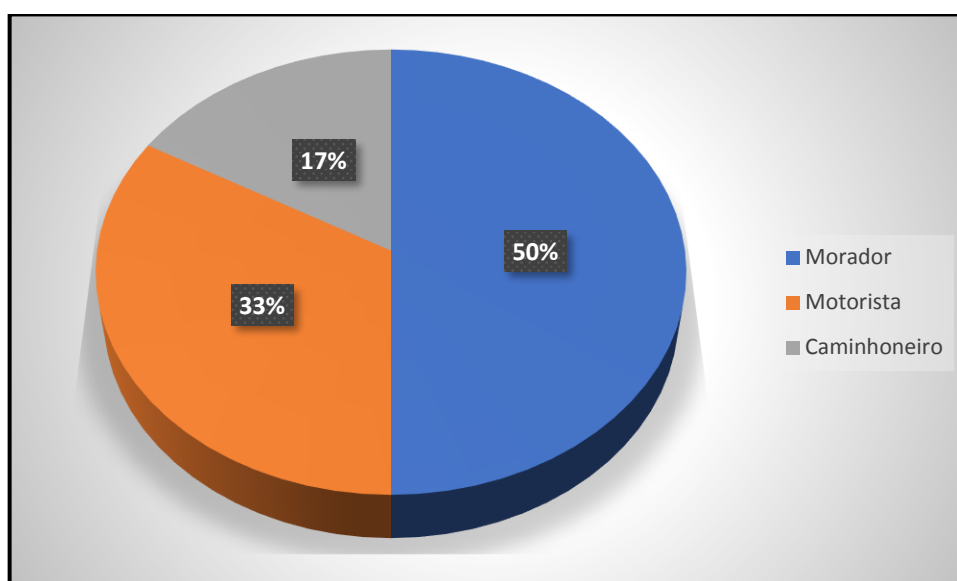
Morador	61	Masculino
Morador	63	Masculino
Motorista	25	Masculino
Motorista	27	Masculino
Motorista	28	Masculino
Motorista	29	Feminino
Motorista	32	Feminino
Motorista	35	Feminino
Motorista	38	Masculino
Motorista	51	Masculino
Motorista	55	Masculino
Motorista	62	Masculino
Caminhoneiro	38	Masculino
Caminhoneiro	41	Masculino
Caminhoneiro	43	Masculino
Caminhoneiro	47	Masculino
Caminhoneiro	48	Masculino

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A entrevista de opinião foi realizada com a finalidade de levantar dados relativos a BR-304, no que tange a sua importância para os transeuntes que nela trafegam diuturnamente ou que vivem no seu entorno, no sentido de obter informações sobre sua importância, bem como quanto aos impactos ambientais que sua duplicação tem provocado, dessa forma, buscou-se abranger as opiniões de pessoas de diferentes classes sociais, idade e sexo. A idade média dos entrevistados foi de 40 anos e as porcentagens de categoria e gênero (gráficos 2 e 3) estão representados a seguir:

Gráfico 2 - Dados dos entrevistados

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Gráfico 3 - Dados dos entrevistados

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Sendo assim, após o levantamento dos dados, notou-se que 30% dos entrevistados são mulheres e 70 % homens. Além disso, 50% moravam nas proximidades da rodovia, 33% de motoristas de carro pequeno e 17% eram caminhoneiros que passam diariamente na BR.

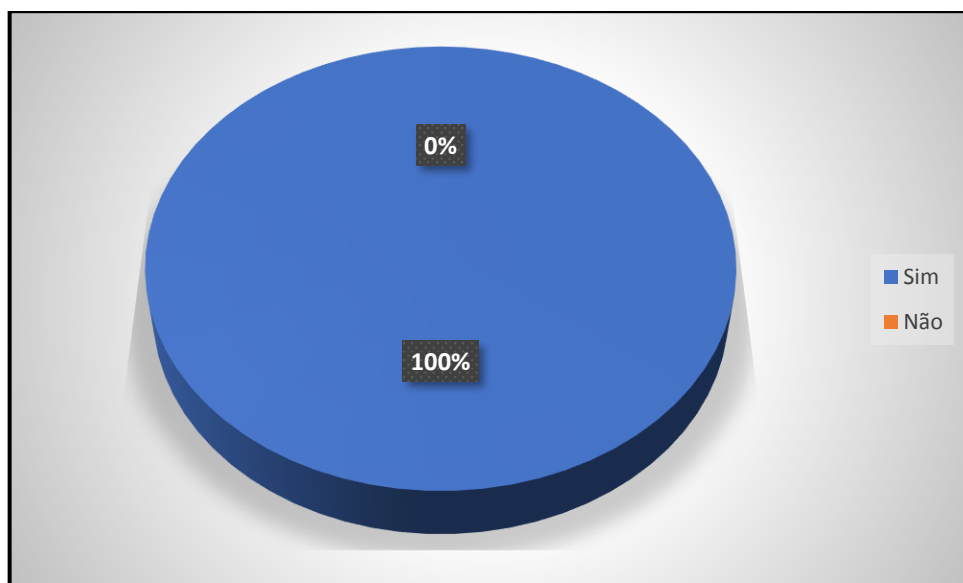
Após a coleta dos dados, foram feitas 3 perguntas, sendo compilando os resultados em tabelas e gráficos:

1 - “Você considera a BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte? Sim ou Não?” (Tabela 5).

Tabela 5 – Contabilização da 1ª pergunta.

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros	Porcentagem
Sim	15	10	5	100%
Não	0	0	0	0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Gráfico 4 - Contabilização da 1ª pergunta.

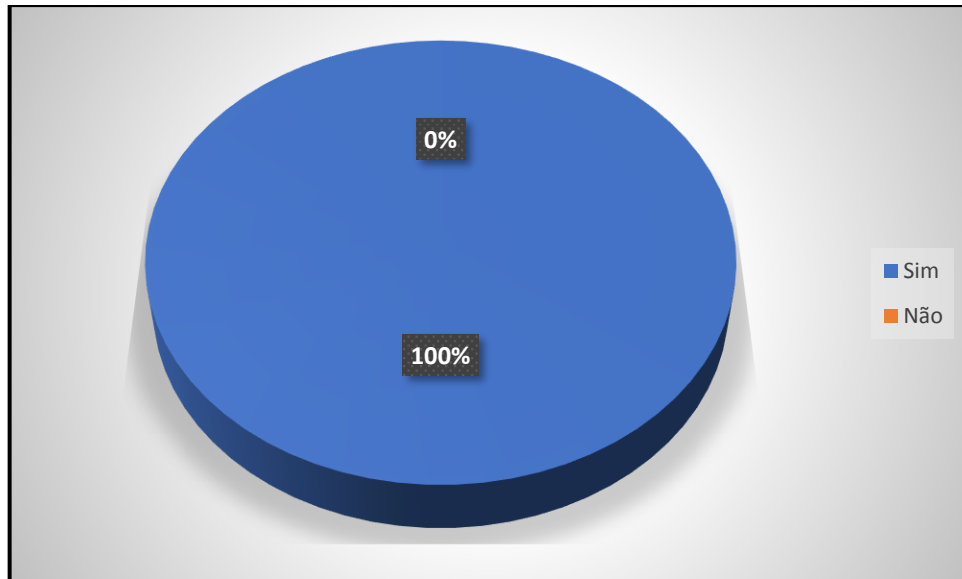
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

2 - “Você considera a duplicação da BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte? Sim ou Não?” (Tabela 6)

Tabela 6 - Contabilização da 2ª pergunta.

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros	Porcentagem
Sim	15	10	5	100%
Não	0	0	0	0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Gráfico 5 - Contabilização da 2ª pergunta.

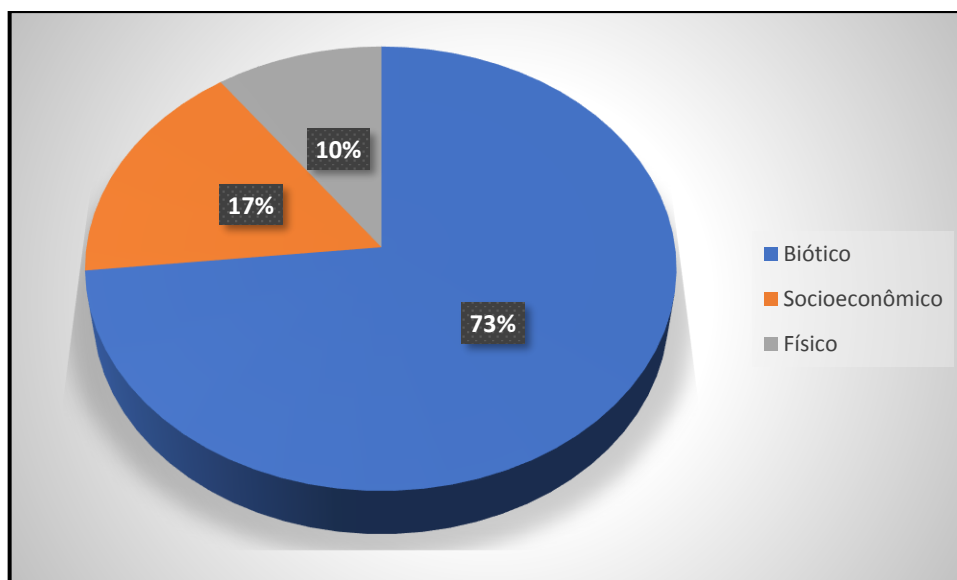
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3 – Após uma breve explicação sobre os tipos de impactos ambientais que podem ser provocados durante a construção de rodovias, perguntou-se: “Tendo em vista que a construção de rodovias gera impactos no meio biótico, socioeconômico e físico, qual desses você identificou que foi o mais afetado durante a obra de duplicação da BR-304/RN?”.

Tabela 7 - Contabilização da 3ª pergunta

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros	Porcentagem
Biótico	10	8	4	73%
Socioeconômico	3	1	1	17%
Físico	2	1	0	10%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Gráfico 6 - Contabilização da 3ª pergunta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Com base nos resultados apontados nas perguntas 1 e 2, verificou-se que todos os usuários consideram a BR-304/RN importante para o estado do Rio Grande do Norte, tendo em vista que esta liga as duas maiores rodovias do Brasil, a BR-101 e a BR-116, e que a sua duplicação é necessária, pois segundo DNIT (2016), o volume diário de veículos é superior a 50 mil veículos, ocasionando muitos acidentes e engarrafamentos.

No que se refere à terceira pergunta, notou-se que 73% dos entrevistados considera que o meio biótico tem sido o mais afetado pela obra que está em curso, evidenciando a grande importância de se realizar o monitoramento faunístico antes, durante e depois das construções. Entretanto, em que pese a baixa porcentagem obtida, em relação aos meios socioeconômico e físico, estes também necessitam de atenção.

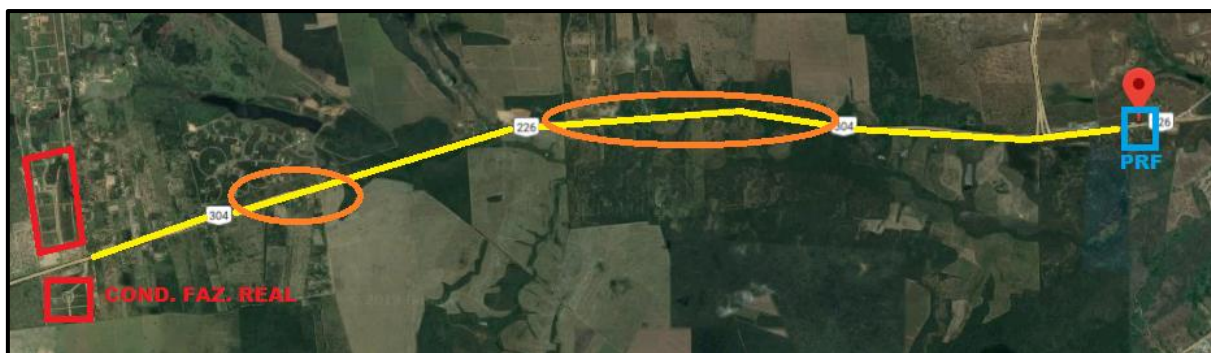
6.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparando os índices levantados pela Cardoso (2017) com os do estudo de caso do presente trabalho, conclui-se que houve diferença entre os dados apurados no quesito “espécimes”, uma vez que este último informou que, durante o monitoramento faunístico da BR-304/RN, o grupo que mais contabilizou mortes foi o dos mamíferos, divergindo dos resultados de Cardoso (2017), que apontou o grupo dos anfíbios como sendo o de maior índice de mortandade. Tal fato ensejou uma

melhor análise, no sentido de identificar as razões que motivaram essa diferença entre os dois controles.

Entretanto, no que diz respeito aos locais onde ocorreram o maior número de incidentes envolvendo a fauna, os dados levantados por Cardoso (2017) , foram compatíveis com o monitoramento realizado pelo estudo de caso. A Figura 25, destaca os trechos que apresentaram um maior índice de atropelamentos, sendo eles compreendidos entre o Condomínio Fazenda Real I e II e o posto da Polícia Rodoviária Federal.

Figura 25 – Regiões com maior mortandade no monitoramento de 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A Figura 25, de certa maneira, ratifica o resultado encontrados no estudo realizado pela empresa Zago (CARDOSO, 2017), visto que os locais de maior mortandade levantados pela empresa (Anexo II – Trecho A e B), estão justamente entre os dois pontos citados. Outro fator relevante, notado a partir da análise do anexo II, é justamente a precariedade de bueiros no trecho A, por ser um trecho que apresentou um número significativo de acidentes envolvendo animais.

Sendo assim, os bueiros (Tabela 8) que poderão ser adaptados como passagem de fauna, foram identificados pelo DNIT com suas coordenadas RPM na tabela a seguir:

Tabela 8 – Relação dos bueiros que poderão ser adaptados como passagens de fauna.

Bueiro	Tamanho (cm)	Vegetação adjacente	Modificações que deverão ser realizadas	Coordenadas	
				X	Y
05	0,80	Vegetação arbustiva pode ser encontrada no lado direito da rodovia e uma área aberta com vegetação mais rasteira pode ser avistada do lado esquerdo da BR.	Aumento na largura e tamanho do bueiro, implantação das cercas guias tanto nos bueiros das extremidades como nos bueiros centrais do viaduto.	224463	9348412
361	1,35	Extenso fragmento de mata densa. Área com grandes possibilidades de ser utilizada como corredor ecológico, mas que é dividida pela estrada.	Limpeza do bueiro, implantação de rampas secas e de cercas guias.	231274	9350533
501	1,00	As áreas adjacentes possuem vegetação densa de mata, além existirem de áreas úmidas nas proximidades da área.	Limpeza, implantação de rampas secas, aumento na largura e no tamanho do bueiro e implantação de cercas guias.	234026	9350978
539	0,80	A paisagem encontrada nas áreas próximas a este bueiro é de vegetação densa e que demonstra ser um corredor de vegetação contínuo, mas separado pela rodovia.	Limpeza, implantação de rampas secas, aumento na largura e no tamanho do bueiro e implantação de cercas guias.	235348	9350825
584	0,80	Bueiro com fluxo contínuo de água e apresenta vegetação densa em ambos os lados da rodovia.	Limpeza, implantação de rampas secas, aumento na largura e no tamanho do bueiro e implantação de cercas guias.	235694	9350834
718	1,10	Apesar de ser um bueiro de tamanho considerável, deverá ser adaptado à uma passagem de fauna, pois há um fluxo contínuo de água e vegetação considerável em ambos os lados da pista.	Limpeza, implantação de rampas secas, aumento na largura e no tamanho do bueiro.	238341	9350973
852	1,50	Este bueiro encontra-se em uma área conhecida como Açude – Passagem dos Cavalos. São estruturas que já estão aptas para serem passagens de fauna.	Limpeza da vegetação que estiver obstruindo as entradas do bueiro.	248416	9348698
1245	2,00	Ponte sobre o Rio Pitimbu. A estrutura poderá ser utilizada pela fauna existente na região uma vez que a vegetação encontrada na área possui indícios que é utilizada como refúgio e corredor para a fauna.	Limpeza e retirada do lixo nas áreas adjacentes sob à ponte.	248124	9348766

Fonte: Cardoso (2017).

Como base na divergência de espécies com o maior número mortandade, o primeiro fator para tal resultado, diz respeito ao tempo de monitoramento, tendo em vista que a empresa Zago registrou as ocorrências das mortes de animais durante um ano, enquanto que o estudo apontou resultados relativos a três meses. Sendo assim, é possível pensar que existem épocas do ano que possuem maior índice de atropelamentos de mamíferos, podendo ser em consequência de períodos de acasalamento, fluxos migratórios ou condições climáticas. Isso reforça a necessidade de realizar o monitoramento por no mínimo quatro trimestres (1 ano).

Outra suposição, poderia estar relacionada à própria obra de duplicação da BR, que pode gerar um aumento de moradores na região próxima a rodovia e consequente aumento do número de animais domésticos (cães e gatos) nas áreas adjacentes. Durante o monitoramento feito neste ano, a maior quantidade de mortos verificada foi a de gatos e cachorros, que pertencem ao grupo dos mamíferos.

Conforme essas suposições e resultados obtidos nos dois monitoramentos, os métodos propostos pelo DNIT para passagem de animais, podem ser considerados eficazes, pois as espécies encontradas são de pequeno e médio porte, levando a crer que, se forem utilizados bueiros, rampas, passagem de fauna para múltiplas espécies e cercas guias, haverá a redução dos efeitos causados pela rodovia nas populações faunísticas da região. Entretanto, é importante que ocorra novas fiscalizações, após a execução das obras para que se comprove a efetividade desses dispositivos. É válido salientar, que a instalação ou reforma dos bueiros deve ser feita antes da implantação da base e sub-base.

Ademais, em que pese o DNIT ter apresentado a utilização de placas de sinalização para reduzir a incidência de mortes de animais, de acordo com estudos realizados por Beckmann *et al.* (2010), a sinalização estática é mais eficaz quando empregada juntamente com sinais intermitentes luminosos em determinados horários, tendo em vista que podem ocasionar a redução de 3,7 a 7,4 km/h na velocidade dos motoristas. Vale salientar também, que a localização de cada placa estática estabelecida pelo DNIT (Tabela 2), apresentada no tópico 5.8, está condizente com os locais de maior mortandade de animais identificados no presente estudo.

Além disso, pode ser realizada a distribuição de panfletos informativos para os motoristas e moradores que passam na rodovia, orientando e alertando-os sobre a passagem de animais na rodovia.

CONCLUSÃO

Considerando os fatos descritos no presente trabalho, conclui-se que a BR-304/RN é uma via importante para o estado do Rio Grande do Norte e necessita de duplicação. Sendo assim, no Plano Básico Ambiental estará descrito o detalhamento das medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas pelo empreendedor para reduzir impactos ambientais da fauna existente nessa rodovia.

Pode-se concluir, ainda, que as propostas apontadas pelo DNIT para passagem de animais se torna eficaz, pois as espécies encontradas foram de pequeno e médio porte, levando a crer que, se forem utilizados bueiros, rampas, passagem de fauna para múltiplas espécies e cercas guias, haverá a redução imediata dos efeitos causados pela rodovia nas populações faunísticas da região. Entretanto, outro fator preponderante na aplicação das passagens de fauna é justamente o local onde serão aplicados esses instrumentos, por esse motivo, é fundamental que sejam analisados, tanto os dados correspondentes as espécimes atingidas, quanto os locais onde tais incidentes ocorreram.

Além disso, buscando sempre a potencialização desses métodos, seria interessante, junto com as placas de sinalização, a utilização de sinais intermitentes luminosos, principalmente nos horários de pouca iluminação natural, pois a rodovia carece de iluminação, e a distribuição de panfletos informativos para os motoristas e moradores que passam na rodovia.

O autor reitera que essas medidas não esgotam todas as possibilidades de mitigação dos impactos ambientes provocados pela construção das rodovias, mas representam um dos caminhos de uma longa trajetória a ser trilhada por aqueles que labutam, de forma comprometida, para a melhoria da gestão desses temas no Brasil. Cada rodovia tem as suas peculiaridades, logo não existe uma única solução que possa abarcar todas as situações. Desta feita, as medidas de proteção à fauna nas imediações das rodovias são um conjunto amplo, que envolve a implantação de dispositivos, iniciativas educativas e de fiscalização dos usuários, conforme já apontados na legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ACCARINI, Jose Honório. "Planejamento econômico no Brasil: ainda um desafio". **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 12, n.4, p. 165-181, mar., 2003.

AHERN, J. et al. Issues and methods for transdisciplinary planning of combined wildlife and pedestrian highway crossings. **Transportation Research Record**, n. 2123, Journal of the Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C. pp. 129-136, 2009.

ALEIXO, Caroline. Exposição em Uberlândia alerta para morte de animais na BR-050. In: **G1 Triângulo Mineiro**, 23 dez. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/12/exposicao-em-uberlandia-alerta-para-morte-de-animais-na-br-050.html>>. Acesso em 23 mar. 2019.

ALVES, Bruna dos Santos; GUIMARÃES, Juliana PIÁcido. **CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS: IMPACTOS NA FAUNA SILVESTRE**. 2018. 5 f. Monografia (Especialização) - Curso de Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Universidade Santa Cecília, Santos-sp, 2018.

ARROYAVE, M. P. et al. Impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. **Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq**, n. 5, p. 45-57, Jun., 2006.

BECKMANN, J. P.; CLEVINGER, A. P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A. **Safe passages**: Highways, wildlife and habitat connectivity. Washington, USA: Island Press, 2010.

BOND, A. R.; D. N. JONES. Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. **Wildlife Research**, v. 35, n. 2, pp. 103-112, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de fevereiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Brasília, DF, 1986a.

CARDOSO, Raymison Rodrigues. **Monitoramento do atropelamento da fauna para o dimensionamento das passagens na obra de duplicação da Reta Tabajara na BR-304/RN**. 2017. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Cândido Mendes, Natal, 2017.

CARR, L. W.; FAHRIG, L.; POPE, S. E. Impacts of landscape transformation by roads. In: K. J. Gutzwiller (Ed). **Applying landscape ecology in biological conservation**. New York: Springer-Verlag, 2002.

CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZC, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109 n. 1, 2003.

CONAMA- Conselho Nacional do meio Ambiente- RESOLUÇÃO Nº 001, 23 DE JANEIRO DE 1986.

DAMARAD, T.; BEKKER, G. J. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure: Findings of the Cost Action 341. **Office for official publications of the European Communities**. Luxembourg, 2003.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **Projeto executivo de engenharia de adequação de capacidade, restauração, segurança de tráfego e eliminação de pontos críticos na rodovia BR - 304/RN** (KM 281,0 AO KM 308,0) – “RETA TABAJARA”. v. 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência. Natal: DNIT, 2012.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **A reforma administrativa**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/dnit.htm>>. Acesso em 25 jan. 2019.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **Passa-por-obras-de-adequacao-da-capacidade Natal**. DNIT, 2016. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/br-304-rn-passa-por-obras-de-adequacao-da-capacidade>>

FILHO, Fornasari. Entenda como ocorre os deslizamentos. In: **Blog Maria Fiotti geografia**, 14 jan. 2011. Disponível em: <<http://marafiottigeografia.blogspot.com/2011/01/entenda-como-ocorre-os-deslizamentos-de.html>>. Acesso em 25 jan. 2019.

FREIRE, Rodrigo Bernardes et al. Impactos ambientais causados pela Rodovia Arlindo Bettio (SP 613) no Parque Estadual Do Morro Do Diabo - SP. **TÓpos**, São Paulo, p.1-13, 2011.

FRUET, Luiz Henrique. A era do trem. **Revista Os caminhos da Terra**, n. 144, 1995.

GALVÃO, Olimpo J.A. **Desenvolvimento dos transportes e integração regional: Uma perspectiva histórica**. Recife: UFPE, 1996.

INSTITUTO Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Nº13: Licenciamento Rodovias e Ferrovias**. Brasil: Diário Oficial da União, 2013. 62 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/253437205/IBAMA-Instrucao-Normativa-13-de-Julho-2013-Licenciamento-Rodovias-e-Ferrovias>>. Acesso em 25 jan. 2019.

IUELL, B. et al. **Wildlife and traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions**. Brussels, European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, 2003.

JONES, D. N. et al. Restoring habitat connectivity over the road: Vegetation on a fauna land-bridge in south-east Queensland. **Ecological Management and Restoration**, n. 12, 2011.

LÁO, VÂNIA LUZIA DO ESPÍRITO SANTO TIZO. **Estudo comparativo do desempenho acústico de diferentes tipos de revestimento dos pavimentos**.

2004. 278 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LAUXEN, Mozart da Silva. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna:** Um guia de procedimentos para tomada de decisão. 2012. 163 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, Francisco Correia de; MOURA, Héber José Teófilo de. **USO DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM ESTUDOS REALIZADOS NO CEARÁ.** Belo Horizonte, 2009.

OLIVEIRA, Renata Luiza Cavalcante de. **AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA OBRA DA DUPLICAÇÃO DA RODOVIA AL-145 EM DELMIRO GOUVEIA.** 2018. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2018.

PRADA, C. de S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo:** quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Ciências Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. **Revista do Mestrado de Direito**, Brasília, p.1-26, 2015.

ROCHA, Vanessa José da. **Gestão ambiental no setor rodoviário brasileiro:** o caso da pavimentação da BR-163 no estado do Pará. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ROMANINI, P. U. **Rodovias e meio ambiente:** principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e sistema de gestão ambiental. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ROMANZOTI, Natasha. 9 pontes construídas por humanos para animais. **HypeScience**, 18 mar. 2014. Disponível em: <<https://hypescience.com/9-estradas-construidas-por-humanos-para-animais/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

SANTOS, Cássio Rodinei dos; SILVA, Rafael Vieira da. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos ambientais. **Revista Internacional de Ciências**, Brasil, v. 5, n. 2, p.1-22, 2015.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias:** sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA. 2010. 57 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2010.

TAVARES, Luiza Medeiros. **IMPACTOS SOCIAIS DA DUPLICAÇÃO DE UMA RODOVIA EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE: O CASO DE GOIANINHA/RN.** 2015. 80 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia

Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

TRIBUNAL de Contas da União (TCU). Secretaria Geral de Controle Externo.

Relatório de Fiscalização: TC n. 033.318/2016-6; Fiscalização n. 529/2016.

Disponível em:

<http://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/orcamento/OR2018/Fiscobras2017/anexo/SINTETICOS/Sint%C3%A9tico_2016_529.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

ANEXOS

ANEXO 1 - Perguntas feitas para os entrevistados

Idade:

Sexo: () masculino () feminino

Classificação: () morador () motorista de carro pequeno () caminhoneiro

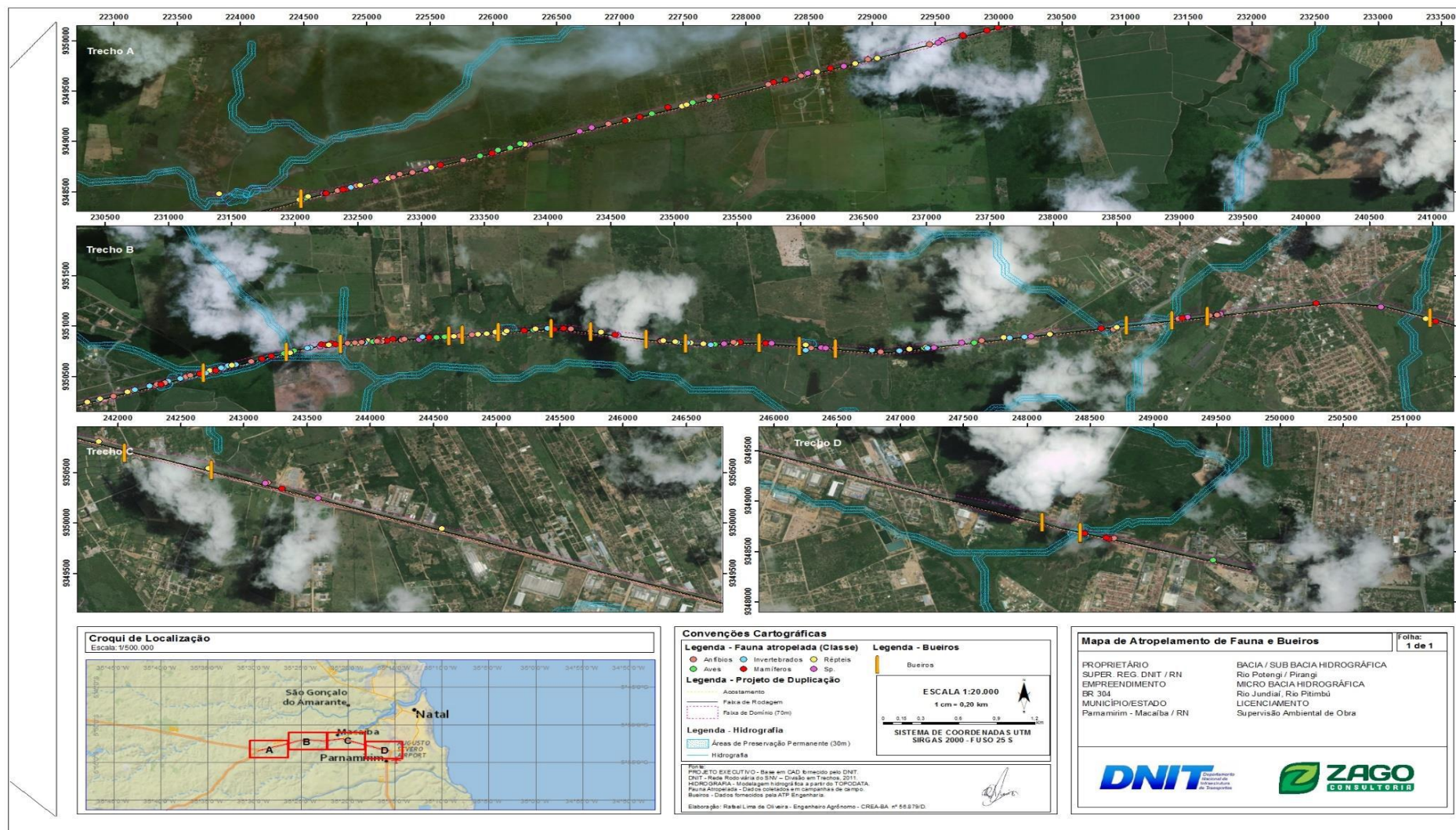
1 - Você considera a BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte? () sim () não

2 - Você considera a duplicação da BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte? () sim () não

3 – Após uma breve explicação sobre os tipos de impactos ambientais que podem ser provocados durante a construção de rodovias, perguntou-se: **Tendo em vista que a construção de rodovias gera impactos no meio biótico, socioeconômico e físico, qual desses você identificou que foi o mais afetado durante a obra de duplicação da BR-304/RN?** () socioeconômico () físico () biótico

Comentários:

ANEXO 2- Mapa de atropelamentos de Fauna e Bueiros.





CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



**IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS:
O CASO DA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (RETA
TABAJARA) NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

BRUNO SILVA FREITAS

PROF. DR. WERNER FARKATT TABOSA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

1.1.2 Específicos

1.2 METODOLOGIA

1.3 JUSTIFICATIVA

2 RODOVIA E MEIO AMBIENTE: UMA VOLTA AO PASSADO



3 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS

3.1 ANTRÓPICA (SOCIOECONÔMICA)

3.2 FÍSICA

3.3 BIÓTICA

4 SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS NO MEIO BIÓTICO

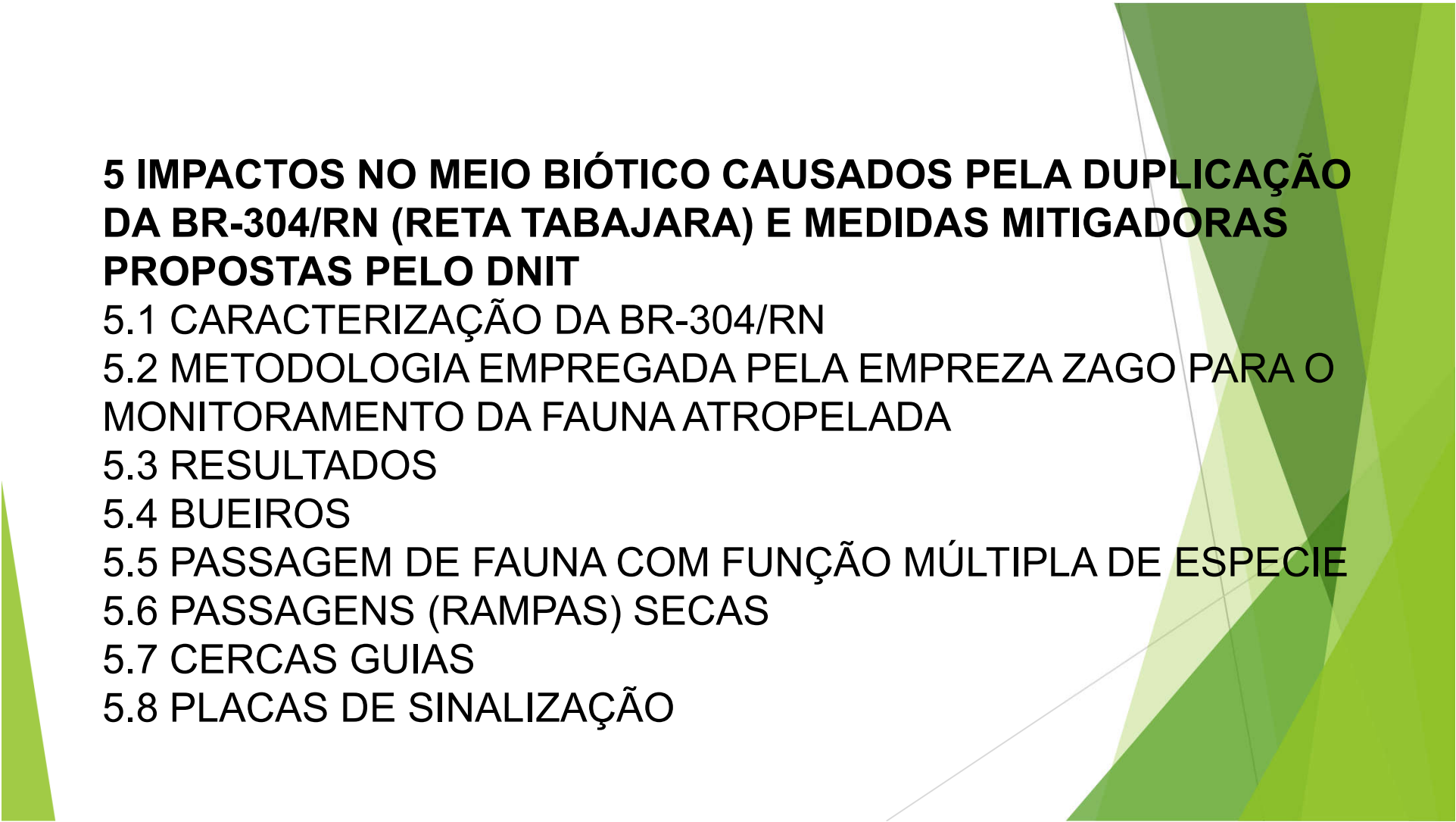
4.1 TÚNEIS RODOVIÁRIOS

4.2 ECODUTOS OU PONTES DE ECOSSISTEMAS

4.3 CERCAS GUIAS

4.4 PLACAS DE SINALIZAÇÃO





5 IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO CAUSADOS PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (RETA TABAJARA) E MEDIDAS MITIGADORAS PROPOSTAS PELO DNIT

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA BR-304/RN

5.2 METODOLOGIA EMPREGADA PELA EMPRESA ZAGO PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA

5.3 RESULTADOS

5.4 BUEIROS

5.5 PASSAGEM DE FAUNA COM FUNÇÃO MÚLTIPLA DE ESPECIE

5.6 PASSAGENS (RAMPAS) SECAS

5.7 CERCAS GUIAS

5.8 PLACAS DE SINALIZAÇÃO



6. ESTUDO DE CASO: MONITORAMENTO DOS IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO PROVOCADO PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN

6.1 METODOLOGIA EMPREGADA NO MONITORAMENTO DE
FAUNA ATROPELADA

6.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

1. INTRODUÇÃO

- ▶ Início dos planos governamentais e investimentos no Brasil nas rodovias;
- ▶ Ápice das obras rodoviárias e a preocupação com o meio ambiente; e
- ▶ Os meios afetados pelas rodovias.

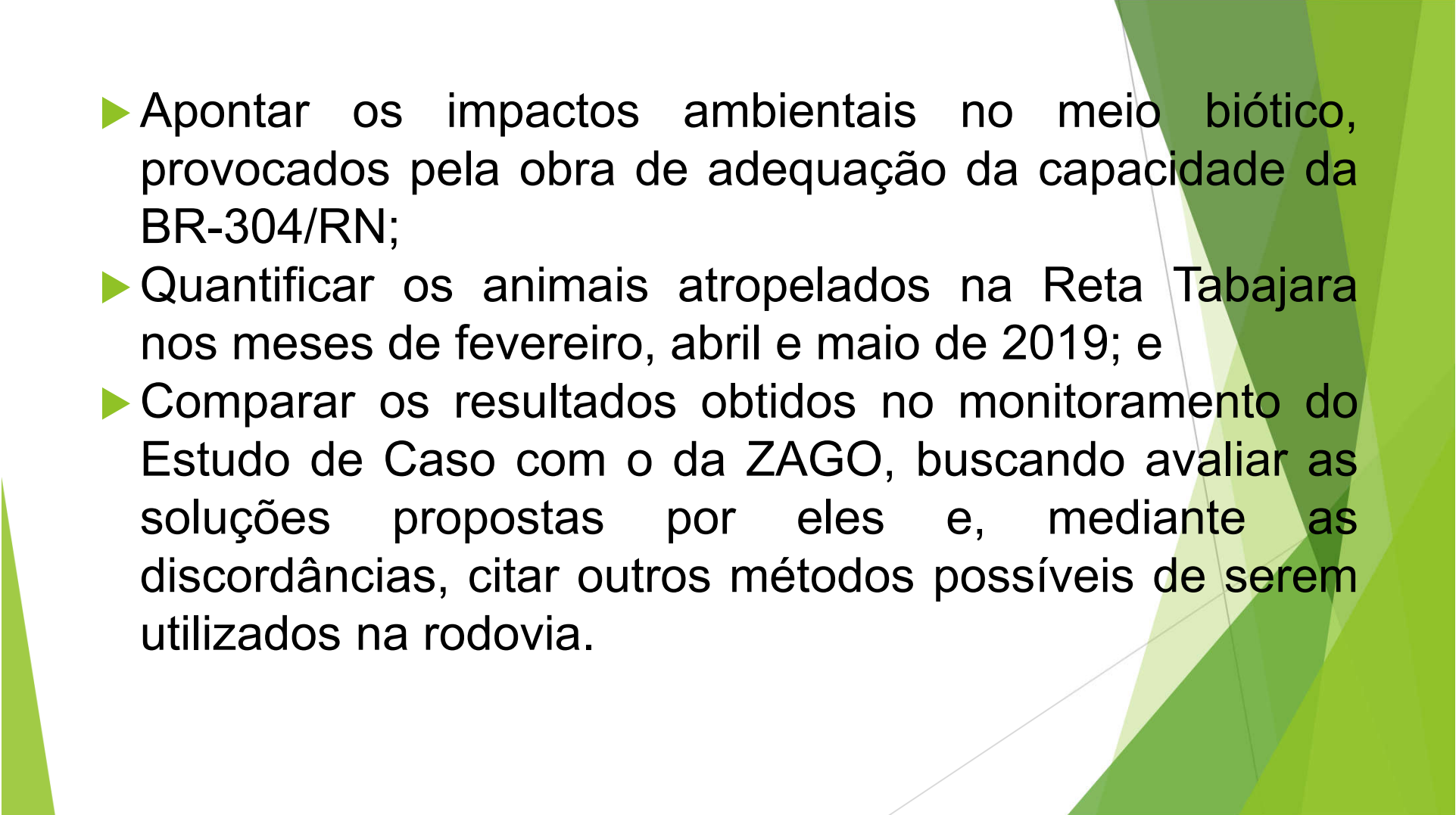


OBJETIVOS

Geral: avaliar os principais impactos ambientais gerados com a duplicação da rodovia BR-304/RN, adentrando no meio biótico.

Específicos:

- ▶ Expor os principais acontecimentos no setor de transporte e na legislação do meio ambiente, de forma a estabelecer a ordem cronológica de cada um;
- ▶ Identificar os impactos ambientais provocados pelas rodovias;
- ▶ Explanar os métodos utilizados para mitigação dos impactos no meio biótico;

- 
- ▶ Apontar os impactos ambientais no meio biótico, provocados pela obra de adequação da capacidade da BR-304/RN;
 - ▶ Quantificar os animais atropelados na Reta Tabajara nos meses de fevereiro, abril e maio de 2019; e
 - ▶ Comparar os resultados obtidos no monitoramento do Estudo de Caso com o da ZAGO, buscando avaliar as soluções propostas por eles e, mediante as discordâncias, citar outros métodos possíveis de serem utilizados na rodovia.

METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, foram feitas:

1. Análise de materiais bibliográficos;
2. Estudo de caso, por meio de visitas na BR-304/RN, no período de fevereiro, abril e maio de 2019 (17/02; 24/02; 14/04; 21/04; 28/04; 05/05; 19/05 e 26/05), buscando coletar material fotográfico; e
3. Entrevistas junto aos moradores, caminhoneiros e motoristas de automóveis de pequeno porte.

JUSTIFICATIVA

O estudo ora proposto se justifica pela importância que as rodovias representam para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, bem como estas podem interferir positivamente ou negativamente para a preservação ambiental e a qualidade de vida da população.

2. RODOVIA E MEIO AMBIENTE: UMA VOLTA AO PASSADO

- ▶ Época Colonial;
- ▶ Aprovação do Plano Nacional Viário (PNV);
- ▶ Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA);
- ▶ Em 1997, o CONAMA instituiu a obrigatoriedade de se elaborar a Avaliação de Impacto Ambiental; e
- ▶ No ano de 2000, o DNER entrou em processo de extinção.

1

Figura 1: Caravelas



Fonte: Revista de marinha (1989).

Figura 2: Transporte a tração



Fonte: Ariocho (2010).

2

Figura 3: Trem



Fonte: Flieg (1970).

Figura 4: Automóveis



Fonte: Ventura (2010).

3

3. PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS RODOVIAS

Na legislação brasileira, meio ambiente é “o conjunto de considerações, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abre e rege a vida em todas as formas” (Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981, art. 3, inciso “I”).

O impacto ambiental consiste na alteração do meio ambiente ou em algum de seus componentes, por determinada ação ou atividade humana.

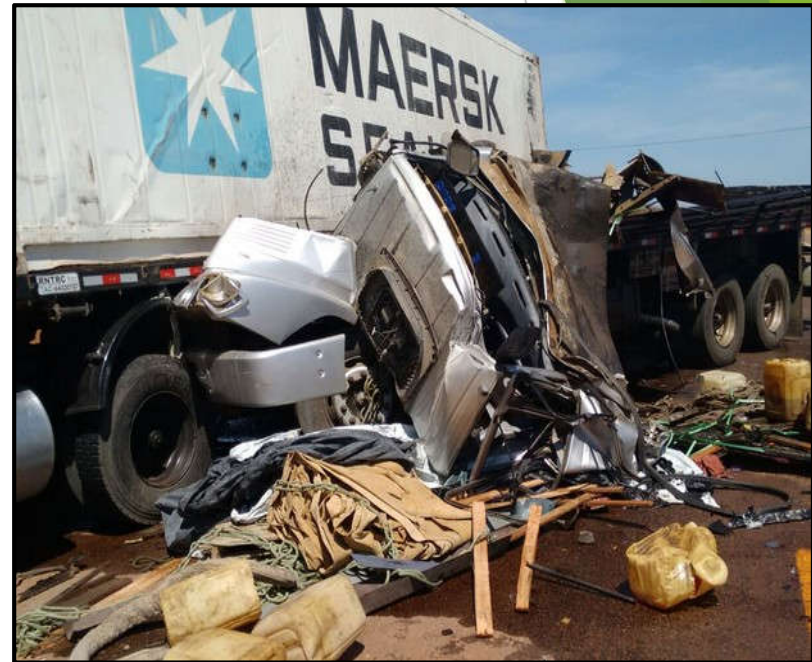
SOCIOECONÔMICO

Figura 5: Congestionamento de carros



Fonte: Aldenir (2018).

Figura 6: Acidente entre caminhoneiros



Fonte: Góis (2015).

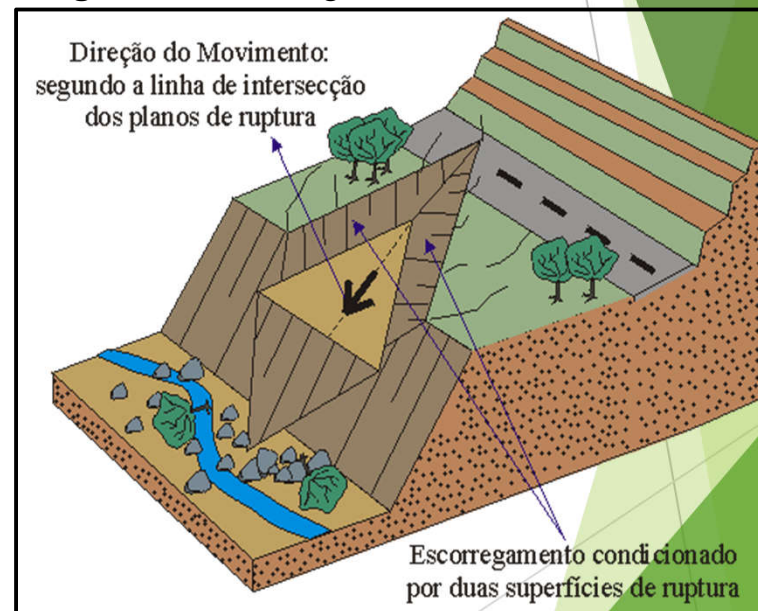
FÍSICO

Figura 7:Contaminação do solo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Figura 8:Escorregamento do solo em cunha



Fonte: Filho (2011).

BIÓTICO

Figura 9:Animal morto por atropelamento na rodovia
BR- 050

A consequência mais preocupante é a perda da biodiversidade local em nível de espécies, ambientes e patrimônio genético, cujo alcance extrapola os limites de qualquer empreendimento.



Fonte: Aleixo (2015).

4. SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS NO MEIO BIÓTICO

Quais os motivos para haver a diminuição dos impactos ambientais?

- ▶ Ético;
- ▶ Conservador; e
- ▶ Segurança dos usuários das estradas.

TÚNEIS RODOVIÁRIOS

Figura 10: Conjunto de túneis com passagem superior cercada.



Fonte: Jones (2011).

Figura 11: Túnel na Alemanha



Fonte: Iuell et al. (2003)

ECODUTOS OU PONTES DE ECOSSISTEMAS

Figura 12: Rampas construídas para a passagem de animais



Fonte: Romanzoti (2014).

Figura 13: Rampas construídas para a passagem de animais.



Fonte: Damarad & Bekker (2003)

CERCAS GUIAS

Figura 14: Cercas para a proteção dos animais



Fonte: Santos (2015).

PLACAS DE SINALIZAÇÃO

Figura 15: Sinalização estática BR 116-392/RS



Fonte: Lauxen (2012).

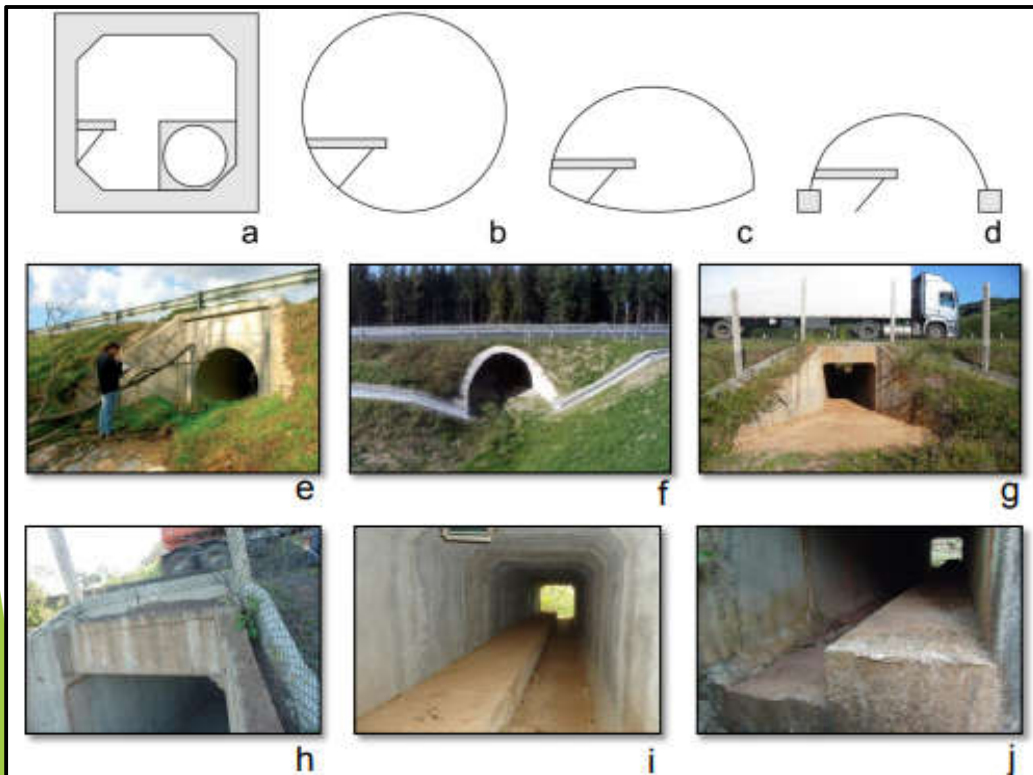
Figura 16: Sinalização estática BR 116-392/RS



Fonte: Lauxen (2012).

BUEIROS

Figura 17: Corte transversal de diferentes tipos de bueiros.



Fonte: Lauxen (2012).

Exemplos de plataformas:

- Passagem seca;
- Passagem celular;
- Passagem circular;
- Passagem tubular; e
- Passagem em arco.

Panfletos

Figura 18: Panfleto informativo

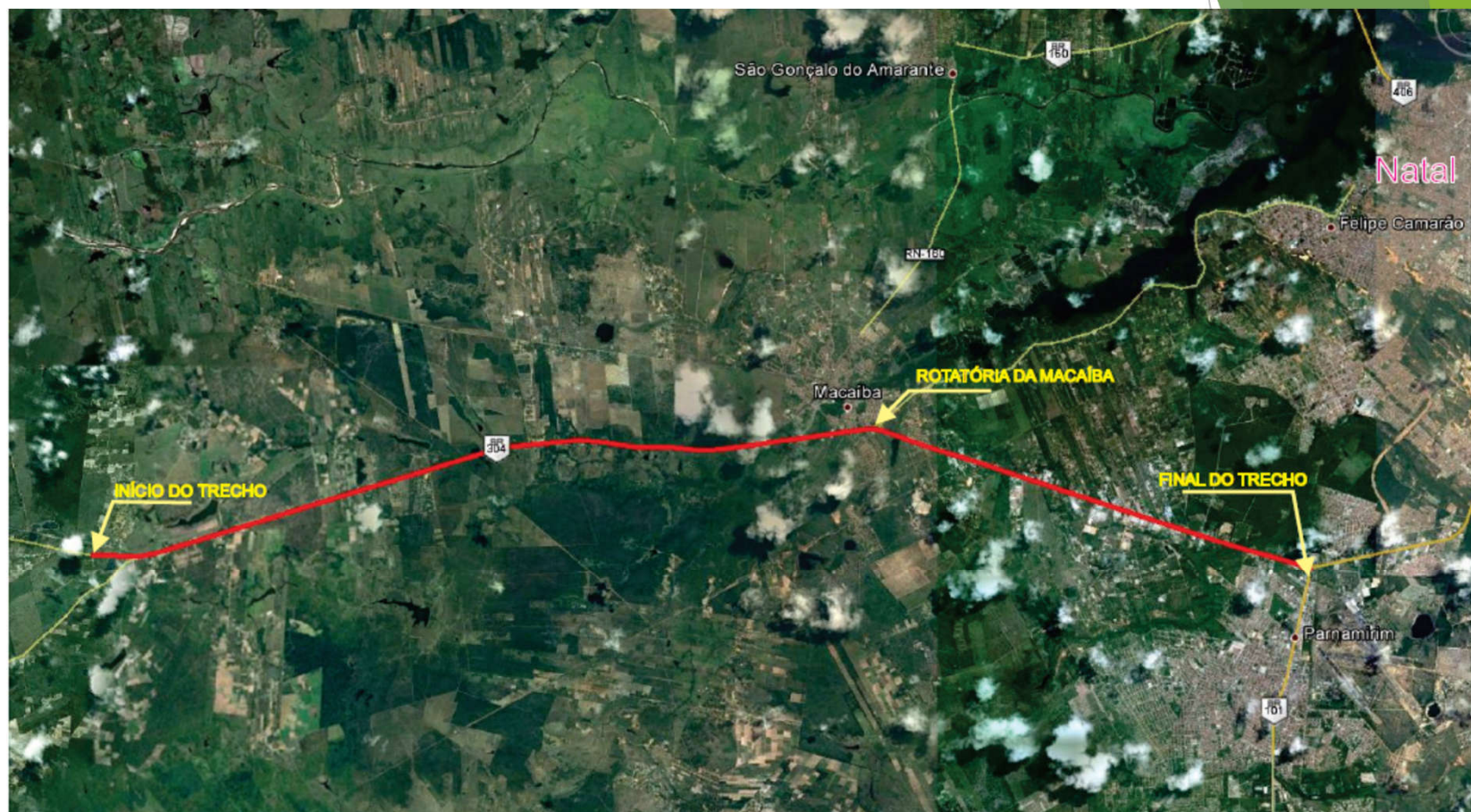


Fonte: Lauxen (2012).

5. IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO CAUSADOS PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN (RETA TABAJARA) E MEDIDAS MITIGADORAS PROPOSTAS PELO DNIT

- ▶ Caracterização da BR-304/RN
- ▶ Metodologia empregada pela empresa ZAGO Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda para o monitoramento da fauna atropelada.
- ▶ Resultados

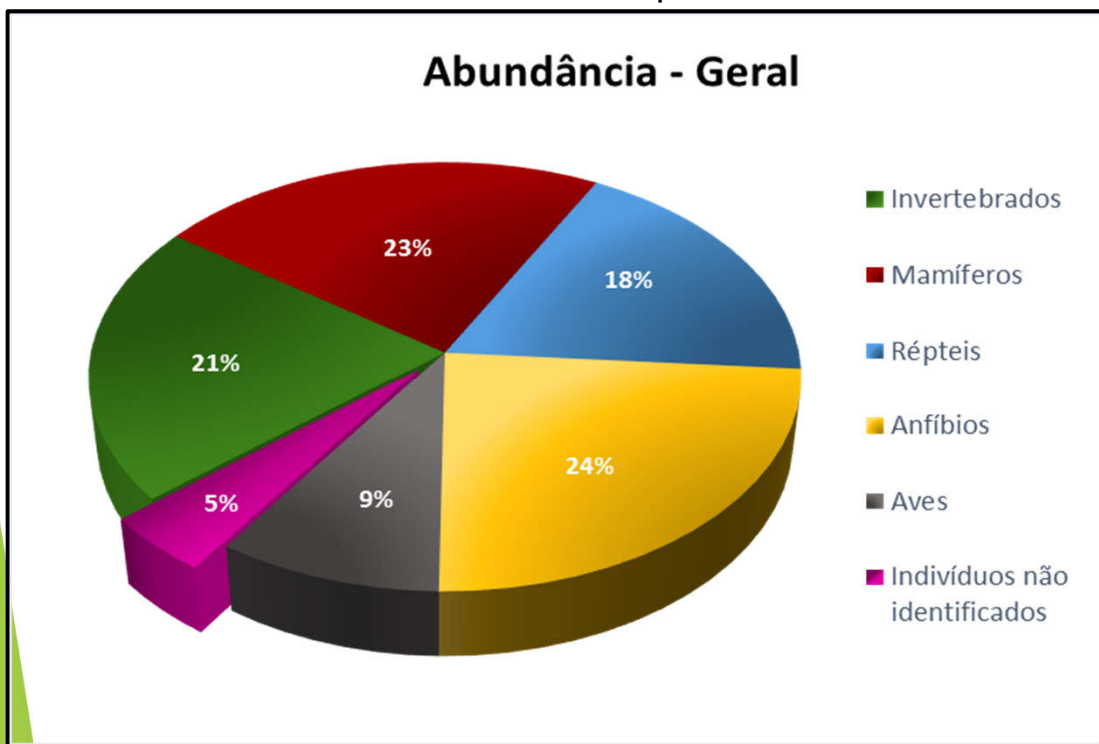
Figura 19: Localização da BR-304/RN.



Fonte: DNIT (2012).

TRECHO PROJETADO

Figura 20: Abundância registrada em todos os meses de execução do Monitoramento da Fauna Atropelada da BR 304/RN



Fonte: Cardoso, 2017.

Dos 337 indivíduos atropelados:

- ▶ 81 anfíbios;
- ▶ 62 répteis;
- ▶ 77 mamíferos;
- ▶ 31 aves;
- ▶ 71 invertebrados; e
- ▶ 15 indivíduos não identificados.

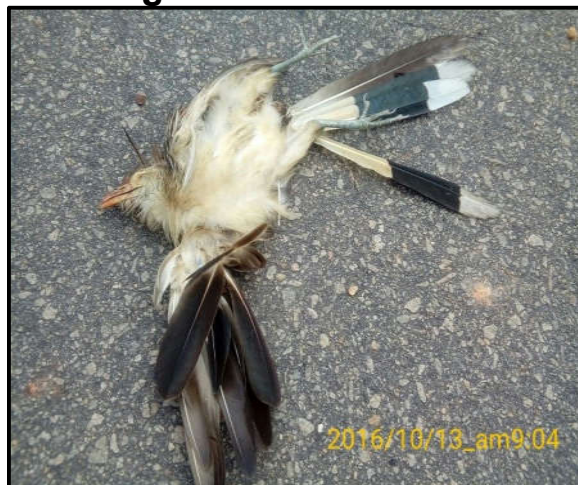
Animais mortos por atropelamento na BR-304/RN (Reta Tabajara):

Figura 21: Réptil morto



Fonte: Cardoso, 2017.

Figura 22: Ave morta



Fonte: Cardoso, 2017.

Figura 23: Mamífero morto



Fonte: Cardoso, 2017.

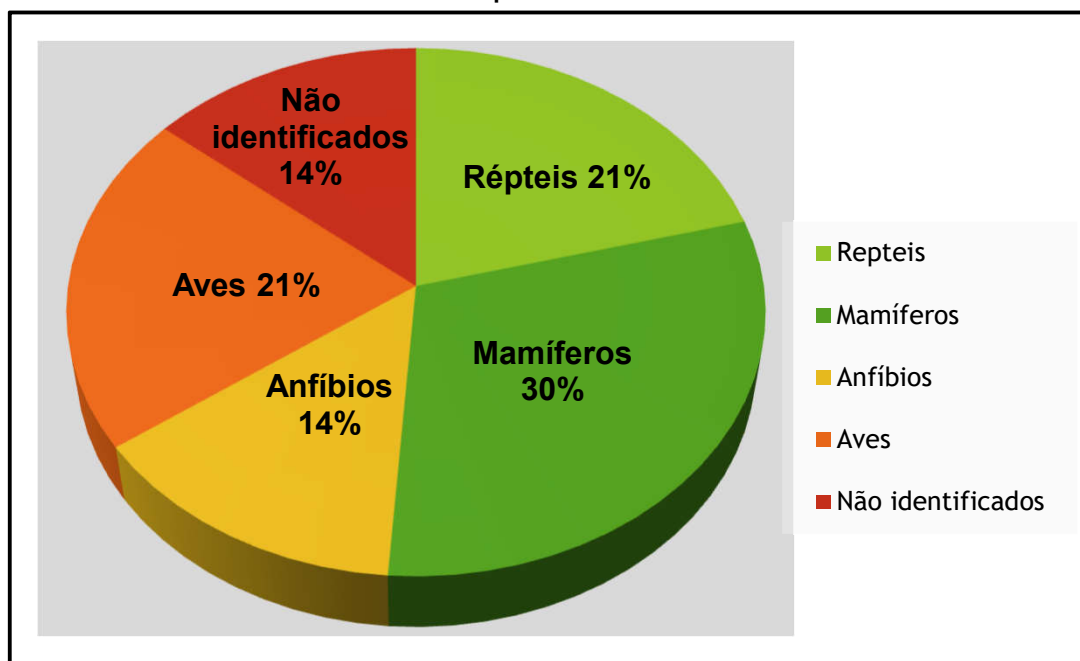
Após a obtenção dos dados registrados pelo monitoramento, foram indicados a localização e os modelos de estruturas que são mais convenientes para as espécies da fauna levantada:

- ▶ Bueiros;
- ▶ Passagem de fauna com função múltipla de espécie;
- ▶ Passagens secas;
- ▶ Cercas guias; e
- ▶ Placas de sinalização.

6. ESTUDO DE CASO: MONITORAMENTO DOS IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO PROVOCADOS PELA DUPLICAÇÃO DA BR-304/RN

A metodologia empregada no monitoramento de fauna atropelada foi baseada na Instrução Normativa nº 13/2013 do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), onde realizou-se o estudo de caso *in loco*, por meio do monitoramento trimestral da fauna atropelada.

Figura 24: Riqueza registrada em todos os meses de monitoramento da fauna atropelada da BR 304/RN



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Dos 43 animais registrados:

- ▶ 9 répteis;
- ▶ 13 mamíferos;
- ▶ 6 anfíbios;
- ▶ 9 aves ; e
- ▶ 6 animais não identificados.

Animais mortos por atropelamento na BR-304/RN (Reta Tabajara):

Figura 25: Mamífero morto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 26: Animal não identificado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 27: Anfíbio morto.

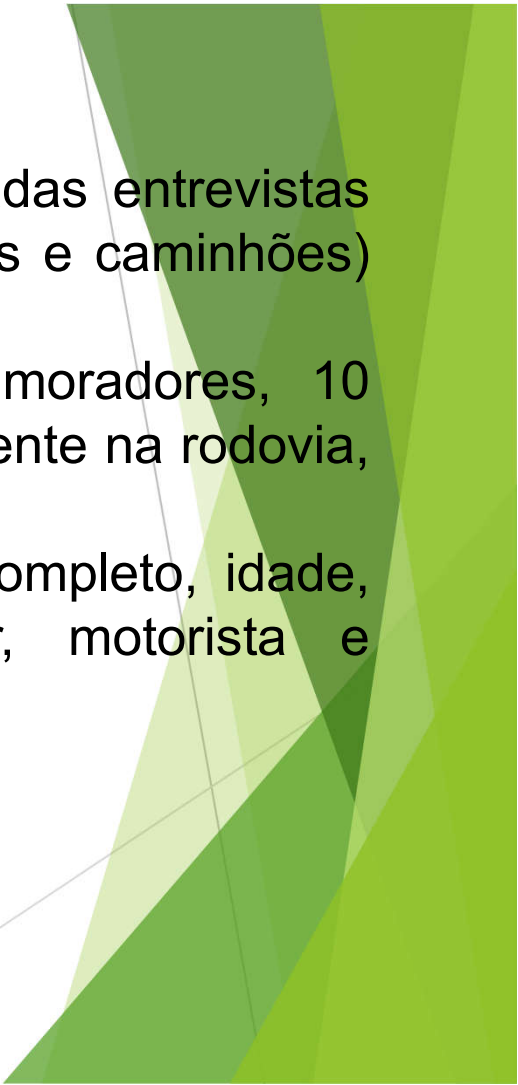


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 1: Abundância registrada em 8 semanas de execução do Monitoramento da Fauna Atropelada da BR 304/RN

		Datas							Total
Classe	17/02	24/02	14/04	21/04	28/04	05/05	19/05	26/05	
Répteis	1	1	1	1	2	1	1	1	9
Mamíferos	2	1	2	2	1	2	2	1	13
Anfíbios	2	1	1	0	1	0	0	1	6
Aves	1	1	1	1	1	2	1	1	9
Não identificados	1	1	0	0	1	1	1	1	6

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



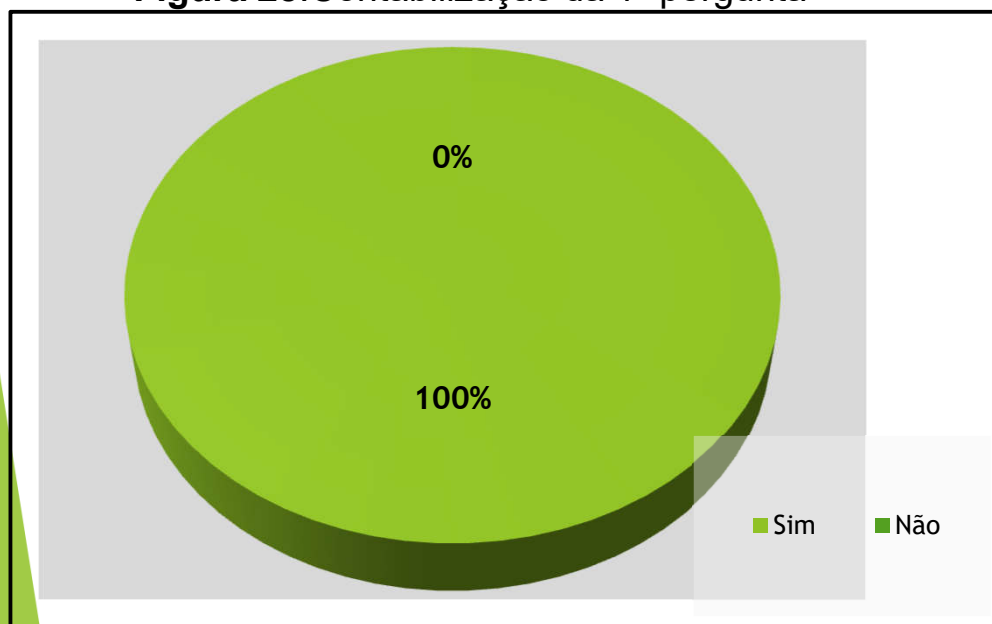
Além do monitoramento da fauna, foram realizadas entrevistas com os moradores e motoristas (de carros pequenos e caminhões) que utilizam frequentemente a BR-304/RN.

Foram entrevistadas 30 pessoas, sendo 15 moradores, 10 motoristas de carro pequeno, que passam rotineiramente na rodovia, e 5 caminhoneiros.

Dos entrevistados, foram registrados o nome completo, idade, sexo e as respectivas classificações (morador, motorista e caminhoneiro).

1 - “Você considera a BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte?”

Figura 28:Contabilização da 1ª pergunta



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

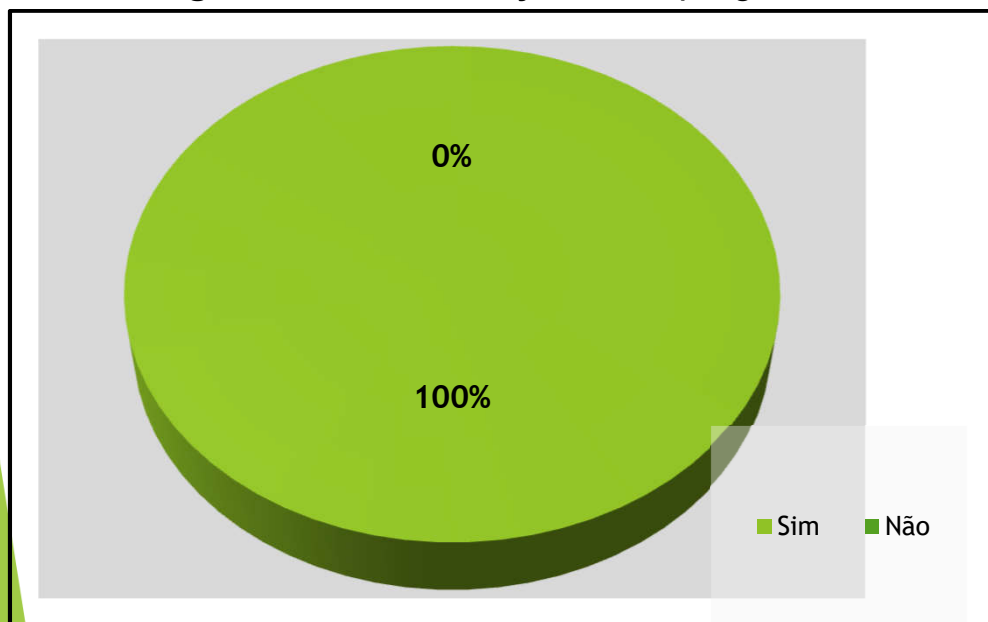
Tabela 2: Contabilização da 1ª pergunta

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros
Sim	15	10	5
Não	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

2 - “Você considera a duplicação da BR-304/RN (Reta Tabajara) importante para o Rio Grande do Norte?”

Figura 29:Contabilização da 2ª pergunta



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

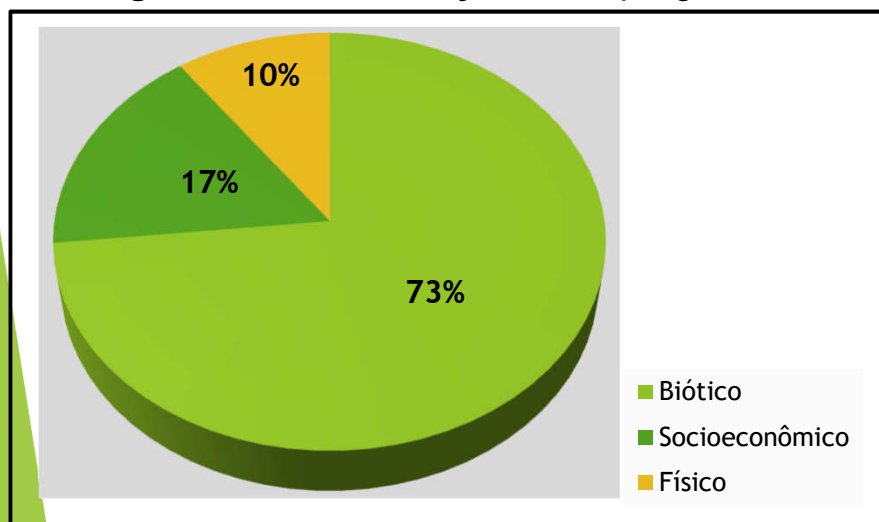
Tabela 3: Contabilização da 2ª pergunta

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros
Sim	15	10	5
Não	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3 - “Tendo em vista que a construção de rodovias gera impactos no meio biótico, socioeconômico e físico, qual desses você identificou como sendo o mais afetado durante a obra de duplicação da BR-304/RN?”

Figura 30:Contabilização da 3ª pergunta



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 4: Contabilização da 3ª pergunta

	Moradores	Motoristas	Caminhoneiros
Biótico	10	8	4
Socioeconômico	3	1	1
Físico	2	1	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- ▶ Resultados das entrevistas;
- ▶ Resultado do monitoramento realizado no ano de 2019;
- ▶ Divergência entre resultados de monitoramentos; e
- ▶ Análise dos métodos utilizados pelo DNIT para passagem da fauna na BR-304/RN.

CONCLUSÃO



REFERÊNCIAS

- ACCARINI, Jose Honório. “Planejamento econômico no Brasil: ainda um desafio”. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 12, n.4, p. 165-181, mar., 2003.
- AHERN, J. et al. Issues and methods for transdisciplinary planning of combined wildlife and pedestrian highway crossings. **Transportation Research Record**, n. 2123, Journal of the Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C. pp. 129-136, 2009.
- ALEIXO, Caroline. Exposição em Uberlândia alerta para morte de animais na BR-050. In: **G1 Triângulo Mineiro**, 23 dez. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/12/exposicao-em-uberlandia-alerta-para-morte-de-animais-na-br-050.html>>. Acesso em 23 mar. 2019.
- ARROYAVE, M. P. et al. Impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. **Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq**, n. 5, p. 45-57, Jun., 2006.
- BECKMANN, J. P.; CLEVINGER, A. P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A. **Safe passages: Highways, wildlife and habitat connectivity**. Washington, USA: Island Press, 2010.
- BOND, A. R.; D. N. JONES. Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. **Wildlife Research**, v. 35, n. 2, pp. 103-112, 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de fevereiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Brasília, DF, 1986a.
- CARDOSO, Raymison Rodrigues. **Monitoramento do atropelamento da fauna para o dimensionamento das passagens na obra de duplicação da Reta Tabajara na BR-304/RN**. 2017. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Cândido Mendes, Natal, 2017.
- CARR, L. W.; FAHRIG, L.; POPE, S. E. Impacts of landscape transformation by roads. In: K. J. Gutzwiller (Ed). **Applying landscape ecology in biological conservation**. New York: Springer-Verlag, 2002.

- CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZC, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109 n. 1, 2003.
- DAMARAD, T.; BEKKER, G. J. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure: Findings of the Cost Action 341. **Office for official publications of the European Communities**. Luxembourg, 2003.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **Projeto executivo de engenharia de adequação de capacidade, restauração, segurança de tráfego e eliminação de pontos críticos na rodovia BR - 304/RN (KM 281,0 AO KM 308,0) - “RETA TABAJARA”**. v. 1 - Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência. Natal: DNIT, 2012.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **A reforma administrativa**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/dnit.htm>>. Acesso em 25 jan. 2019.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Superintendência Regional do DNIT/RN. **Passa-por-obras-de-adequacao-da-capacidade**Natal. DNIT, 2016. Disponível em:< <http://www.dnit.gov.br/noticias/br-304-rn-passa-por-obras-de-adequacao-da-capacidade>
- FILHO, Fornasari. Entenda como ocorre os deslizamentos. In: **Blog Maria Fiotti geografia**, 14 jan. 2011. Disponível em: <<http://marafiottigeografia.blogspot.com/2011/01/entenda-como-ocorre-os-deslizamentos-de.html>>. Acesso em 25 jan. 2019.
- FREIRE, Rodrigo Bernardes et al. Impactos ambientais causados pela Rodovia Arlindo Bettio (SP 613) no Parque Estadual Do Morro Do Diabo - SP. **TÓpos**, São Paulo, p.1-13, 2011.
- FRUET, Luiz Henrique. A era do trem. **Revista Os caminhos da Terra**, n. 144,1995.
- GALVÃO, Olimpo J.A. **Desenvolvimento dos transportes e integração regional**: Uma perspectiva histórica. Recife: UFPE, 1996.
- INSTITUTO Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **N° 13: Licenciamento Rodovias e Ferrovias**. Brasil: Diário Oficial da União, 2013. 62 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/253437205/IBAMA-Instrucao-Normativa-13-de-Julho-2013-Licenciamento-Rodovias-e-Ferrovias>>. Acesso em 25 jan. 2019.
- IUELL, B. et al. **Wildlife and traffic**: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions. Brussels, European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, 2003.
- JONES, D. N. et al. Restoring habitat connectivity over the road: Vegetation on a fauna land-bridge in south-east Queensland. **Ecological Management and Restoration**, n. 12, 2011.

- LÁO, VÂNIA LUZIA DO ESPÍRITO SANTO TIZO. **Estudo comparativo do desempenho acústico de diferentes tipos de revestimento dos pavimentos**. 2004. 278 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- LAUXEN, Mozart da Silva. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012. 163 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- PRADA, C. de S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Ciências Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. **Revista do Mestrado de Direito**, Brasília, p.1-26, 2015.
- ROCHA, Vanessa José da. **Gestão ambiental no setor rodoviário brasileiro: o caso da pavimentação da BR-163 no estado do Pará**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- ROMANINI, P. U. **Rodovias e meio ambiente: principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e sistema de gestão ambiental**. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ROMANZOTI, Natasha. 9 pontes construídas por humanos para animais. **HypeScience**, 18 mar. 2014. Disponível em: <<https://hypescience.com/9-estradas-construidas-por-humanos-para-animais/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.
- SANTOS, Cássio Rodinei dos; SILVA, Rafael Vieira da. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos ambientais. **Revista Internacional de Ciências**, Brasil, v. 5, n. 2, p.1-22, 2015.
- SIMONETTI, Henrique. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA**. 2010. 57 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2010.
- TRIBUNAL de Contas da União (TCU). Secretaria Geral de Controle Externo. **Relatório de Fiscalização: TC n. 033.318/2016-6; Fiscalização n. 529/2016**. Disponível em: <http://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/orcamento/OR2018/Fiscobras2017/anexo/SINTETICOS/Sint%C3%A9tico_2016_529.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

A photograph of a long, straight asphalt road stretching into the distance. The road has a yellow center line and white side lines. The landscape is flat with dry grass and shrubs. In the background, there are mountains under a bright blue sky with scattered white clouds. The text "OBRIGADO !!" is overlaid in the center of the image.

OBRIGADO !!