Geografia e Ordenamento do Território, Revista Eletrónica
Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território
http://cegot.orgISSN: 2182-1267

RIBEIRO, Ana Paula Lustosa
Universidade Brasil, UB
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
15613-899, Fernandópolis, Brasil
ana_paula_lustosa@hotmail.com

VANZELA, Luiz Sergio
Universidade Brasil, UB
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
15613-899, Fernandópolis, Brasil
lsvanzela@yahoo.com.br

TAGLIAFERRO, Evandro Roberto
Universidade Brasil, UB
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
15613-899, Fernandópolis, Brasil
tagliaferro@etagli.com.br

MANSANO, Cleber Fernando Menegasso
Universidade Brasil, UB
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
15613-899, Fernandópolis, Brasil
clebermansano@yahoo.com.br

AÇÕES DE MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DOS IMPACTOS CAUSADOS PELA CONSTRUÇÃO DA BR-242/TO

Mitigation and environmental compensation actions for the impacts caused by the construction of BR-242/TO

Referência: Ribeiro, Ana Paula Lustosa; Vanzela, Luiz Sergio; Tagliaferro, Evandro Roberto; Mansano, Cleber Fernando Menegasso (2022). AÇÕES DE MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DOS IMPACTOS CAUSADOS PELA CONSTRUÇÃO DA BR-242/TO. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), nº 24 (dezembro). Centro de Estudos deGeografia e Ordenamento do Território, p. 44 - 80, dx.doi.org/10.17127/got/2022.24.003

RESUMO

A rede rodoviária no Tocantins é de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades produtivas e de expansão do estado. A rodovia BR-242/TO, objeto desta pesquisa, situa-se no sudeste do Estado do Tocantins, e irá interligar e servir três estados da federação brasileira – Bahia, Tocantins e Mato Grosso –, com uma extensão de 262 km, passando pelos municípios de Taguatinga, Paranã e Peixe. Objetiva-se, com este estudo, descrever e avaliar

as ações de compensação ambiental dos impactos na fauna, flora e recursos hídricos, originados da implantação da rodovia (BR-242/TO). Para esta análise, utilizaram-se os resultados do relatório de Supressão de Vegetação e Resgate de Flora; os resultados do relatório de Afugentamento e Salvamento de Fauna Silvestre; e o relatório do Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos, documentos produzidos entre os anos de 2016 e 2019, no âmbito da execução dos serviços de gestão ambiental das obras de implantação da rodovia BR-242/TO. A gestão ambiental implantada na construção da rodovia contribuiu para resultados positivos, com seus programas de resgate da fauna, flora, coleta de sementes e a coleta de amostra de água dos rios para análise da qualidade da água. As medidas de mitigação e compensação implantadas antes, durante e depois da obra, podem diminuir, drasticamente, os impactos ambientais no meio ambiente, resultando na sustentabilidade ambiental da obra, ganhos para o meio ambiente e para as comunidades do entorno do empreendimento construído.

Palavras-chave: Rodovias; Meio ambiente; Conservação; Fauna; Flora.

ABSTRACT

The road network in Tocantins is of fundamental importance for the development of productive and expansion activities in the state. The BR-242 / TO highway that will be the object of this research is located in the southeast of the State of Tocantins, and will interconnect and serve three states of the Brazilian federation, Bahia, Tocantins and Mato Grosso, with an extension of 262 km, passing through the municipalities from Taguatinga, Paranã and Peixe. The objective of this study is to describe and evaluate the environmental compensation actions of the impacts on fauna, flora and water resources, originated from the implementation of the highway (BR-242/TO). The results of the Vegetation Suppression and Flora Rescue report were used; the results of the Wildlife Removal and Rescue report; and the report of the Water Bodies Monitoring Program produced between the years 2016 and 2019 within the scope of the execution of environmental management services for the construction works of the BR-242 / TO highway. The environmental management implemented in the construction of the highway has brought positive results with its programs for rescuing fauna, flora, collecting seeds and collecting water samples from rivers

to analyze water quality. The mitigation and compensation measures implemented before, during and after the work, can drastically reduce the environmental impacts to the environment, resulting in environmental sustainability to the work, gains for the environment and for the communities surrounding the built enterprise.

Keywords: Highways; Environment; Conservation; Fauna; Flora.

1. Introdução

Pensar no desenvolvimento brasileiro, hoje, é pensar em rodovias e estradas, nas suas mais diversas nomenclaturas. O modal rodoviário para transportes terrestres tem prevalência na economia brasileira, ainda que as diretrizes da política de transporte brasileira procurem estabelecer uma matriz de transporte mais equitativa, priorizando o uso de modos de transporte mais econômicos e ambientalmente sustentáveis, principalmente o ferroviário e o hidroviário.

O boletim estatístico da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2019) apontou que 61,1% das cargas transportadas, no Brasil, haviam sido movimentadas pelo modal rodoviário, totalizando um total de 485.625 tku (Tonelada por Quilômetro Útil). No mesmo boletim, é referido que, no ano de 2019, este modal transportou 95.131.286 passageiros (por comparação, o modal aeroviário transportou 93.648.821 passageiros).

Pelas características das ações, em uma obra rodoviária desse porte, seus impactos afetam de forma significativa o meio físico, biológico e antrópico. Cada ação merece uma avaliação específica por parte do empreendedor e das empresas de construção envolvidas, no sentido de identificar as medidas mitigadoras, para evitar ou minimizar esses impactos. Todas as obras de engenharia rodoviária devem, portanto, contemplar processos de manutenção e fiscalização, durante todas as fases do empreendimento (implantação, operação e até desativação – quando for o caso), minimizando esses impactos de modo a visar o desenvolvimento sustentável.

O conjunto de leis que regem o meio ambiente brasileiro é considerado de alta qualidade, porém, complexo e de difícil execução. Exemplo de legislação que deve ser, primordialmente, pensada para o momento da implantação de um projeto rodoviário é a Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 1986), que em seus artigos 1º e 2º já demonstra, cabalmente, como há a interligação entre impacto ambiental e permissão para obras rodoviárias.

A avaliação de impactos ambientais, através dos Estudos de Impacto Ambiental/Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente (EIA/RIMA), é considerada um eficaz instrumento de política ambiental pois permite identificar, quantificar e minimizar o aparecimento de externalidades negativas sobre o meio ambiente na consecução de uma obra. Paralelamente, é também necessário um rígido controle da fiscalização dos órgãos executores das obras que impactam diretamente o meio ambiente, realizando a recuperação de espaços eventualmente degradados, evitando a criação dos passivos ambientais.

Desta forma, com este estudo propõe-se, descrever e avaliar as ações de mitigação e compensação ambiental dos impactos sobre a fauna, flora e recursos hídricos, originados da construção de uma rodovia no estado do Tocantins, Brasil. Para essa avaliação foram utilizados, como base para os trabalhos, os resultados do relatório de Supressão de Vegetação e Resgate de Flora, do relatório de Afugentamento e Salvamento de Fauna Silvestre e do Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos, produzidos entre os anos de 2016 e 2019, realizados no âmbito da execução dos serviços de gestão ambiental das obras de implantação e pavimentação da rodovia BR-242/TO. Este estudo se justifica por evidenciar a importância da gestão ambiental, em especial na implantação da rodovia BR-242/TO, tendo em vista o seu impacto ímpar no cenário rodoviário intermodal do Estado do Tocantins.

2. Metodologia

Neste estudo foi adotada uma revisão da literatura de artigos e de relatórios dos programas produzidos pela consultoria que acompanhou as atividades desenvolvidas em campo, no que se relaciona com a supressão de vegetação e resgate de flora, afugentamento e salvamento

de fauna silvestre e o monitoramento dos corpos hídricos, durante a pavimentação da BR-242, no Estado do Tocantins. Esses trabalhos foram desenvolvidos pela referida empresa, contratada pelo governo federal, PROSUL, respectivamente em fevereiro de 2019 (PROSUL, 2019a), março de 2017 (PROSUL, 2017) e setembro de 2019 (PROSUL, 2019b). Estes relatórios dão conta dos processos levados a cabo pela empresa, nestes campos específicos, e demonstram quais os métodos utilizados, especificamente, nestas atividades.

A análise destes materiais permitiu observar como se deram esses processos de mitigação ambiental, partindo do princípio de que toda paisagem que recebe estradas está associada à ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como dos aquáticos.

O conjunto dos trabalhos que foram analisados cobrem assuntos de importância ambiental que não podem ser negligenciados durante a realização de uma obra rodoviária. A análise destes relatórios pode se tornar um balizador dos acertos e erros que, durante a elaboração de EIA/RIMA, podem ocorrer. Também servirá para dar relevo aos métodos utilizados na mitigação dos impactos ambientais significativos em um empreendimento de grande porte, como o que aqui será estudado e descrito.

2.1. Território da pesquisa

O Estado do Tocantins só teve o seu desenvolvimento regional a partir da sua formação, no ano de 1988, quando foi promulgada pela Constituição brasileira em 5 de outubro do mesmo ano (BRASIL, 1988). O Estado do Tocantins foi constituído a partir de uma porção territorial do norte de Goiás, sendo, assim, pouco desenvolvido pela sua dimensão territorial, que dificultava seu acesso aos grandes centros. Com a divisão territorial, o Tocantins pôde implantar novas estradas, dando origem à abertura de novos polos agrícolas, que seguem a vertente do crescimento econômico e social (OLIVEIRA, 2019).

A rodovia, que aqui se analisa, situa-se no sudeste do Estado do Tocantins, e irá interligar e servir três estados da federação brasileira: Bahia, Tocantins e Mato Grosso. No Estado do

Tocantins, a BR-242 atravessa a Ilha do Bananal, num trecho conhecido como TransBananal. Neste trecho, a rodovia adentra pela Terra Indígena Parque do Araguaia, sendo apenas uma simples estrada em leito natural (sem o revestimento primário ou aterro), que fica completamente intransitável durante o período de chuvas.

A rodovia BR-242 possui uma extensão de 262 km, passando por municípios de influência direta, sendo eles Taguatinga, Paranã e Peixe, e por municípios com influência indireta, Arraias e Conceição do Tocantins, conforme demonstrado na Figura 1.

A definição da influência direta ou indireta foi dada pela maior ou menor extensão de terra cortada pela estrada nos respectivos municípios e outros critérios. Estes limites das áreas de influência foram determinados considerando o alcance dos efeitos do empreendimento nas suas fases de implantação e operação sobre os sistemas ambientais da região, tanto de natureza físico-biológica (recursos hídricos e suas comunidades biológicas), quanto de natureza socioeconômica (MENIN et al., 2017, p.212). A figura 2, demonstra os lotes em que a obra foi subdividida, para facilitar os trabalhos contratados. Nas figuras 3A a 3E, é apresentadaa a implantação da estrada, antes da instalação da malha viária asfáltica, bem como as etapas da construção rodoviária.

A temática dos impactos ambientais gerados pela construção e/ou implementação de rodovias no Brasil é extensa e muito bem estudada, tanto internamente como externamente, e gera uma evolução positiva, tanto na ciência como no comportamento dos atores, através da busca por melhores práticas (mais sustentáveis e dinâmicas) para minimizar estes impactos.

A partir de uma pesquisa na base de dados Scielo, utilizando as palavras-chave “ambiental”, “rodovias” e “impactos”, delimitada também pela escolha do campo de atuação (“ciências ambientais”), do ano de publicação (2011-2022), e da área de pesquisa (Brasil), resultou em 4 artigos. A busca realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, com os mesmos campos, resultou em 25 trabalhos (21 dissertações e 4 teses).

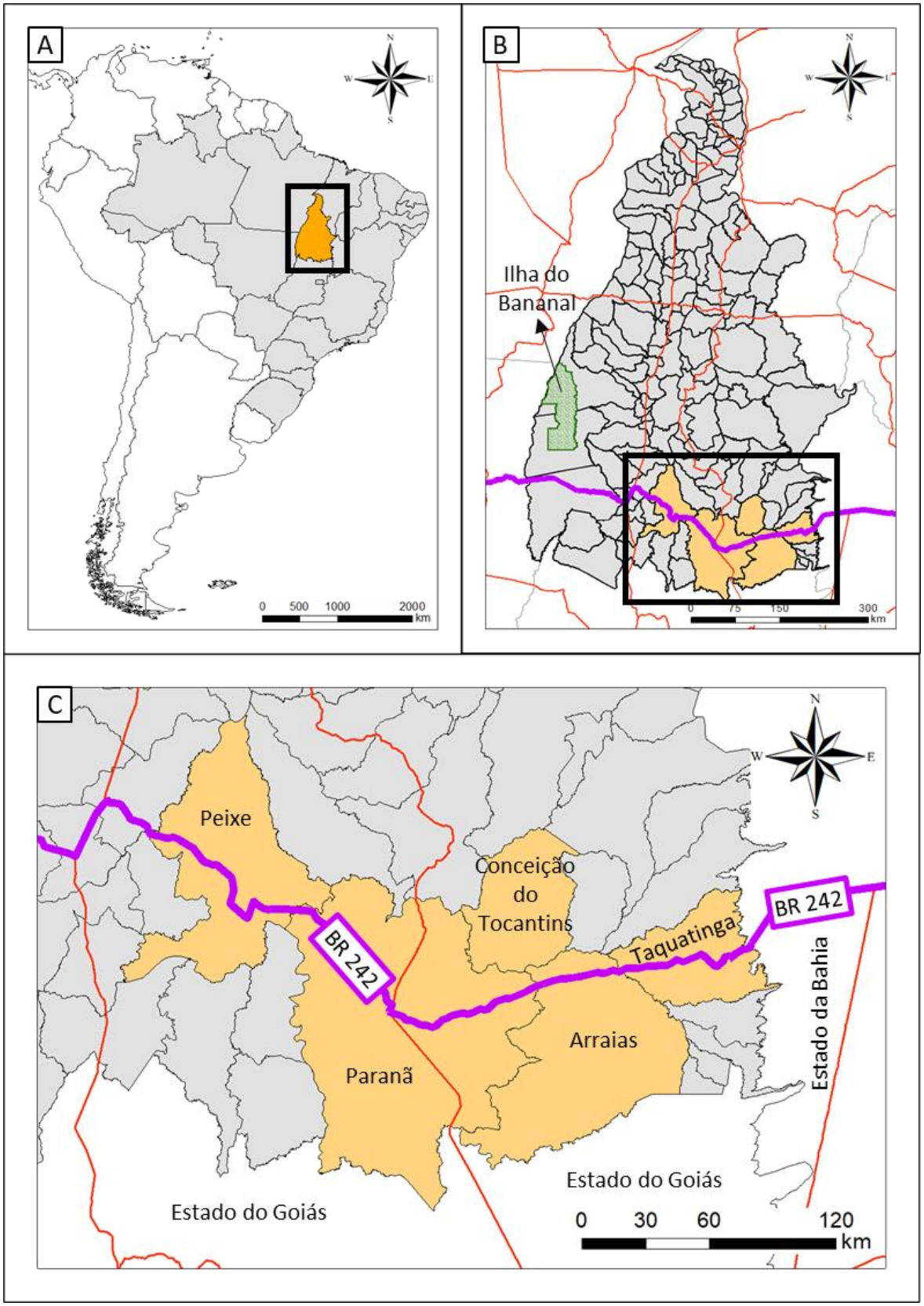

Figura 1 – A: Localização do Estado de Tocantins. B: Detalho da BR-242 no Estado de Tocantins. C: Localização da BR-242, no Estado de Tocantins, e municípios de influência.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

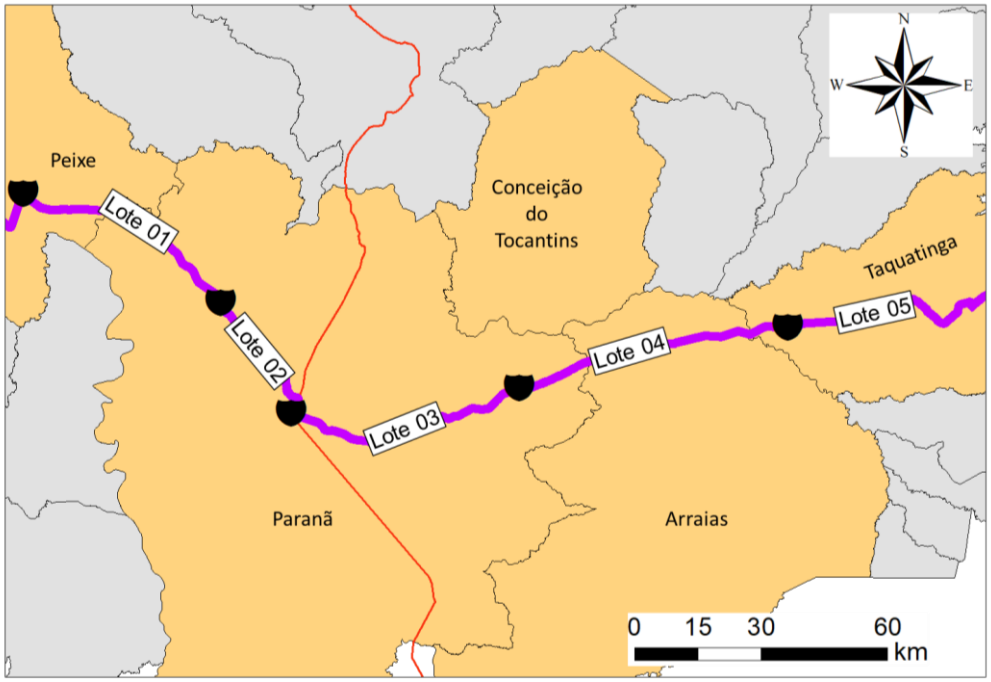

Figura 2 - Divisão dos lotes para realização dos trabalhos na rodovia.
Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Figura 3 - A: Estrada de terra antes do início das obras (Lote 1). B: Delimitação da área vegetal em que será realizada a supressão vegetal (Lote 4). C: Processo de compactação dos componentes asfálticos (Lote 4). D: Processo de obras finalizado após a implantação da malha viária asfáltica (Lote 2). Fonte: PROSUL, 2020.

A pesquisa realizada nas bases de dados Scopus e Web of Science resultou em um número maior de trabalhos. Neste caso, os termos foram buscados em inglês (respectivamente, "environmental", "highways" e "impacts"). Na Scopus, o resultado inicial foi de 3.877 trabalhos, posteriormente refinado para 37 artigos mais citados. Na Web of Science, inicialmente foram encontrados 1.627 artigos, depois refinados para 16 mais citados.

Estes artigos, dissertações e teses tratam do tema estudado neste trabalho, porém, à luz de outras abordagens. É disso exemplo o artigo mais citado na base de dados Scopus, que trata da simulação de regimes de queimadas na Amazônia em correlação com o desflorestamento e mudanças climáticas.

Após avaliação e leitura de todos os artigos resultantes da pesquisa exploratória, foram selecionados seis estudos para análise, que complementam ou adicionam novas visões ao escopo deste estudo. Importa salientar que estes trabalhos se encontram entre os mais citados na sua área de pesquisa, sendo utilizados como base para outras pesquisas no campo delineado nesta avaliação. Na Tabela 1, são observados esses artigos, com seus títulos, autores, ano e periódico de publicação, e serão objetos de curta revisão de literatura sobre o tema proposto.

Tabela 1 - Trabalhos selecionados para revisão de literatura sobre o tema.

Título	Periódico	Autores	Ano
Mamíferos mortos em estradas na região Norte da Amazônia e comparações com estradas de outras regiões do Brasil.	Iheringia. Série Zoologia	Caires et al.	2019
Fatores demográficos humanos ou biológicos podem influenciar o atropelamento de mamíferos? Um estudo de caso na rodovia GO-060.	Oecologia Australis	Araújo et al.	2019

Índice de Permeabilidade das Rodovias: Avaliação da permeabilidade heterogênea das estradas quanto à travessia de animais selvagens.	Ecological Indicators	Assis et al.	2019
Interligando Avaliação Ambiental e Gerenciamento da Construção de Rodovias no Sudeste do Brasil.	Journal of Environmental Assessment Policy and Management	Gallardo et al.	2016
Variação espaço-temporal dos conflitos entre humanos e animais selvagens ao longo da rodovia BR-262 no Pantanal brasileiro.	Wetlands Ecology and Management	Souza et al.	2014
A influência da rodovia BR-262 na perda de cobertura vegetal do cerrado no sudoeste do Brasil.	Oecologia Australis	Casella, Paranhos Filho	2013

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

3. Impactos da construção de rodovias - estado da arte

O primeiro artigo, "Mamíferos mortos em estradas na região Norte da Amazônia e comparações com estradas de outras regiões do Brasil", fruto de estudos realizados na região norte da Amazônia, tinha como objetivo comparar o volume de mamíferos atropelados em um trecho da BR-364, entre os municípios de Ouro Preto d'Oeste e Presidente Médici, no estado de Rondônia, em comparação com rodovias de outras regiões do Brasil. O estudo aponta, na sua introdução, que as rodovias e o fluxo de veículos contribuem para os processos de mudança do geossistema e para a alteração do habitat natural, representando ameaça para conservação das espécies em diversos biomas. Ao longo de 60 km da rota da BR-364, foram registrados 220 atropelamentos pertencentes a 13 espécies de mamíferos. Cingulata, Pilosa e Carnivora foram as ordens mais representadas, sendo *Dasypus novemcinctus* a espécie mais significativa (56.7%), seguida por *Tamandua tetradactyla* (10.5%) e Cerdocyon thous (8.2%). O objetivo maior do estudo era, além da tipificação e catalogação dos animais atropelados, realizar uma análise comparativa da área de estudo e do registro de atropelamento de mamíferos selvagens em outras regiões do Brasil, utilizando da literatura disponível, e assim identificar regiões prioritárias e biomas para conservação.

A metodologia utilizada pelos autores envolveu o atravessamento da estrada,

quinzenalmente, para verificarem as ocorrências de atropelamentos; a pesquisa bibliográfica para avaliação das estradas com mais atropelamentos; e a análise comparativa entre estes dados. No período em que os investigadores recolheram os dados, na estrada em Rondônia, foram detectados 220 atropelamentos de animais vertebrados, refletindo, na conclusão, um alto índice de animais ameaçados pela construção e o impacto trazido pela implantação de uma rodovia. Assinala-se um trecho do artigo, que aponta para a delicada e intrincada relação entre implantação de rodovias e a fauna que cerca o local da implantação:

> O alto índice de mamíferos atropelados [...] pode estar relacionado ao maior número de estradas que cortam áreas/porções de unidades de conservação ou ao maior número de espécies que ocorrem, em maiores concentrações, nas áreas lindeiras à estas rodovias (CAIRES et al., 2019, p.7).

O segundo artigo analisado aborda, igualmente, o atropelamento de mamíferos em estradas, no caso estudado, durante o ano de 2012 no Estado de Goiás. O modelo utilizado, para avaliar a influência humana nestes atropelamentos, combina estas ocorrências com dados socioeconômicos e de outra natureza (Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, área total dos municípios cortados pela estrada, população total e densidade populacional por Km2). A análise foi feita na estrada GO-060 e não encontrou correlação entre estes atropelamentos e as variáveis demográficas humanas, enfatizando, porém, que as características biológicas e ecológicas da fauna dos locais de implantação de rodovias devem ser consideradas para implementar medidas de redução de atropelamentos. Um aspecto importante neste trabalho, que deve ser ressaltado, é o de demonstrar que as medidas de mitigação devem ser tomadas, sem deixar de lado, no entanto, a importância estratégica da implantação de estradas.

O terceiro artigo analisado, produzido por Assis et al. (2019), por um lado, salienta os aspectos benéficos da implantação de estradas e, por outro, alerta para o fato de que as estradas impedem os fluxos ecológicos, principalmente por atuarem como barreiras ao movimento dos animais, com redução da sua conectividade de habitat e com aumento da mortalidade animal. O trabalho destaca que a permeabilidade (característica de transpor de um habitat para outro) da estrada não é homogênea e os animais são sensíveis ao tráfego e às estruturas das estradas de forma diferente, realçando também a falta de informação sobre o modo

como as espécies se comportam quando enfrentam uma estrada. A solução proposta foi a de criar um índice de permeabilidade rodoviária, que servisse a análise de duas rodovias localizadas no norte da Região metropolitana de São Paulo, Fernão Dias (BR-381) e Dom Pedro I (SP-65). Este índice pode se tornar um método formal para incorporar conhecimento especializado em avaliações da permeabilidade das estradas, aplicadas a diferentes animais vertebrados (no caso desse trabalho: primatas, morcegos, mamíferos terrestres de médio e grande porte, pássaros e anfíbios).

Para o caso estudado neste trabalho, os atributos da paisagem e da estrada foram importantes para prever a permeabilidade da estrada, embora as variáveis da paisagem mostrassem uma influência média ligeiramente mais forte (Assis et al., 2019). A conclusão dos autores é a de que a criação de um índice como este pode se constituir como uma alternativa replicável e facilmente adaptável para avaliar a permeabilidade da estrada, particularmente quando há ausência de dados empíricos, auxiliando as estratégias e a localização das ações de mitigação do impacto da estrada (ASSIS et al., 2019).

O artigo de Gallardo et al. (2016) muda o foco dos estudos até aqui analisados e volta seu olhar para a estreita correlação entre a avaliação ambiental e a construção de estradas. O estudo, realizado no Estado de São Paulo, sobre as obras do Rodoanel e da Rodovia dos Imigrantes, tem como principal problema de pesquisa questionar se a fase de acompanhamento de estudos de impacto ambiental pode se aproveitar das vantagens dos recursos criados em sistemas de gestão ambiental. No estudo, os pesquisadores indicam que a entrega eficaz de mitigação continua é um desafio na avaliação de impacto ambiental prática. Os resultados reais da proteção ambiental dependem tanto de uma adequada avaliação, quanto da capacidade dos proponentes do projeto de implementação preventiva, programas corretivos e compensatórios, utilizando ferramentas de gestão ambiental para garantir um desempenho demonstrável. Estudando os dois casos de rodovias em construção, que afetaram ambientes valorizados, os pesquisadores descobriram que lições aprendidas por diferentes atores envolvidos no primeiro projeto, levaram à criação de procedimentos de gestão que foram incorporados no último projeto (Rodoanel), lembrando que os projetos, intencionalmente selecionados, foram construídos na mesma área com um intervalo de oito anos entre eles.

A análise do estudo de Gallardo et al. (2016) demonstra a importância da avaliação de impacto ambiental e do relatório de impactos ambientais, devidamente elaborados e detalhados, visando adaptar a implantação de uma rodovia às melhores práticas ambientais vigentes. No contexto, estes dois instrumentos, componentes de uma avaliação de impactos ambientais mais incisiva e responsiva, podem ser os diferenciais na implantação de obras rodoviárias.

Algumas das melhorias também foram relacionadas com a melhor descrição do impacto ambiental, monitoramento e ações baseadas na identificação das causas, apontadas pelos instrumentos de avaliação ambiental. Por meio destes instrumentos, fica claro o potencial da mitigação ao longo do tempo e pode se prover uma avaliação mais aprofundada e baseada em evidências da eficácia da mitigação.

Na implantação de rodovias, em regiões ambientalmente sensíveis quanto à sua fauna e flora, o atropelamento de animais acaba sendo um dos maiores problemas encontrados. A área de pesquisa, Pantanal do Brasil, a maior zona de área úmida (planície alagada) de água doce do mundo, abriga uma grande diversidade de espécies e está sob pressão crescente devido à ação humana, de que são exemplos as colisões de veículos com animais selvagens. O trabalho de Souza et al. (2014) teve como principal objetivo avaliar três problemas de pesquisa: (1) qual é a taxa de atropelamentos ao longo da BR-262, e se aumentou em relação a década anterior, (2) que espécies são frequentemente vítimas de colisões e se isso varia anualmente ao longo do comprimento da rodovia, e (3) que fatores antropogênicos ou ambientais podem influenciar esta variação e como o contexto das colisões pode informar a mitigação. Os dados foram coletados entre abril de 2011 e junho de 2012, ao longo da rodovia BR-262 no sul do Pantanal.

As conclusões encontradas por Souza et al. (2014), após as análises dos dados coletados, foram as seguintes: a taxa de atropelamentos foi de 1 a cada 6,2 km (um aumento de dez vezes em relação à década passada); as espécies mais observadas foram a anta (*Tapirus terrestres*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*); e as medidas de mitigação (construção de cercas completas com passagens subterrâneas frequentes de vida selvagem em zonas úmidas e viadutos nas

elevações mais altas circundantes), ligadas à variação de inundação sazonal ao longo da rodovia, podem reduzir a alta taxa de mortalidade de animais selvagens e levar à perda de biodiversidade. A conclusão de pesquisa correlaciona a estação chuvosa e as medidas de mitigação, resultando numa "provável" queda de mortalidade. Os projetos eficientes para a construção de medidas de mitigação nesses locais, devem ter em conta o contexto dos fatores de interação durante o planejamento e o contexto financeiro que, por sua vez, dita a escolha das soluções mais econômicas e maior adaptabilidade dos projetos de obra rodoviária a qualquer território no Brasil.

Segundo Souza et al. (2014), anteriormente as medidas de mitigação, como por exemplo, a redução de velocidade forçada e cercas completas com passagens subterrâneas para animais selvagens, se previamente planejadas e adaptadas, podem resultar em diminuição de mortalidade da fauna, diminuindo o impacto ambiental e aumentando a aceitabilidade da implantação de uma rodovia.

O estudo de Casella e Paranhos Filho (2013) tem como foco a construção da BR-262, no Estado de Mato Grosso do Sul, e a fragmentação de habitat como efeito da construção da estrada. O objetivo deste artigo foi o de estimar a evolução do desmatamento no cerrado, dentro de uma zona de efeito da estrada em 200 km da rodovia BR-262, entre Campo Grande e Miranda (Mato Grosso do Sul). Esta estrada começa no planalto central do Brasil e se estende para o Pantanal, uma área ambientalmente importante. Os efeitos foram avaliados por meio de análise temporal e espacial com métodos de geotecnologias e dados de sensoriamento remoto, métodos que facilitam a averiguação de danos ambientais, ao sobreporem imagens do "antes" e "depois" de determinado território, resultando em precisão na avaliação de impactos derivados, neste caso, da implantação de uma rodovia.

Segundo Casella e Paranhos Filho (2013) os efeitos da construção da rodovia se estendem além do eixo da estrada pavimentada, seguindo para várias regiões de dimensões variáveis dependendo da variável testada, são chamados de "zonas de efeito da rodovia", e um desses efeitos, que pode variar de acordo com a paisagem e em áreas onde a ocupação humana é mais intensa (especialmente onde assentamentos são formados ao longo da estrada, com um ritmo acelerado de degradação do meio ambiente por meio da exploração destrutiva), é o da

distribuição da cobertura vegetal. A conclusão do estudo, que aponta para uma redução 32,6% de cerrado ao longo de uma faixa paralela de 9 Km de largura em relação à rodovia, confirma a hipótese inicial de que ocorreria uma evolução no desmatamento desde os anos de 1980, e que este desmatamento é mais intenso nas proximidades da rodovia. Neste caso, o desmatamento pode ser explicado pela fase inicial de povoamento, na década de 80, no Estado de Mato Grosso do Sul, onde houve uma alta taxa de colonização e, como resultado, vastas áreas de vegetação nativa foram substituídas por terras agrícolas como culturas de rendimento e pasto.

O estudo de Ecologia de Estradas tem como base a ecologia de paisagens e ambientes, que são fundamentos integrantes das estradas e rodovias – estruturas lineares – onde a paisagem e o ambiente estão inseridos intimamente. Desse modo, a distribuição espacial dos fragmentos de ecossistemas naturais ou antropizados, a conectividade entre esses ecossistemas e a qualidade de todo ambiente circundante, são questões fundamentais a serem consideradas na concepção de estradas e rodovias, para que a implantação, construção ou ampliação das mesmas, causem o menor impacto possível à locomoção da fauna local (ROWE, 2010).

De acordo com as estimativas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), referência nacional da disciplina e da busca por soluções para redução da perda de diversidade e da mortalidade de espécies, mais de 470 milhões de animais são atropelados todos os anos nas estradas brasileiras (SISTEMA URUBU, 2017).

Infelizmente, esse problema não se restringe somente ao Brasil. Diversos países da Europa, como Alemanha, Suíça, Espanha, França, Inglaterra, Itália, Noruega e Estados Unidos apontam que o atropelamento de animais silvestres tem sido identificado como uma das principais ameaças à vida selvagem, levando inúmeras espécies ao status de criticamente em perigo (ABRA, 2012).

Os atropelamentos têm influência direta sobre a biodiversidade, além de um forte impacto na seleção natural, uma vez que, animais relativamente mais saudáveis morrem atropelados, pois estes tendem a deslocar-se mais à procura de alimento e recursos. Segundo o Sistema Urubu (2017), a maior parte desses animais são pequenos vertebrados, como sapos, rãs,

lagartos, cobras, pequenas aves e ratos, representando 90% dos atropelamentos, vertebrados de porte médio (9%) e vertebrados de grande porte (1%). Entretanto, é importante lembrar que, além dos prejuízos da biodiversidade animal, há também as perdas econômicas e de vidas humanas nos acidentes.

Uma forma de mitigar os impactos de estradas e rodovias, é a construção dos corredores, que podem ser descritos de acordo com as suas funções ambientais, quer sejam: a) habitat – o corredor é uma área apropriada de recursos (alimento, abrigo); b) condutor – quando promove ou aumenta a capacidade dos animais de se moverem entre as manchas de habitat; c) filtro e barreira – com algum nível de permeabilidade e geralmente associado a zonas ripárias, ou que impede/bloqueia o fluxo de animais para as estradas e rodovias; d) fonte e sumidouro – com capacidade de prover a fauna na paisagem e evitar a ampla exposição dos animais na lateral das vias de acesso (HESS e FISCHER, 2001).

Além de aumentar a permeabilidade da paisagem, ou seja, a possibilidade de movimentação da fauna silvestre entre fragmentos de habitat, os corredores também contribuem para aumentar ou manter os níveis de dispersão, além de proporcionarem fluxo genético e promoverem a variabilidade genética da população de espécies-alvo (CORLATTI et al., 2009). A eficácia dessas estruturas de mitigação, como as passagens de fauna, para evitar atropelamentos, é definida pela sua habilidade em restabelecer o fluxo entre populações selvagens, garantindo a viabilidade populacional das espécies prejudicadas pela supressão da floresta base (CORLATTI et al., 2009). Desta maneira, uma das formas mais simples e efetivas para restabelecer essa conectividade é a construção de passagens de fauna (BECKMANN et al., 2010).

Vários pesquisadores de diferentes áreas de atuação têm trabalhado em conjunto na implantação de medidas mitigadoras em rodovias. A escolha do melhor tipo de corredor deve considerar vários aspectos, como a paisagem, o tipo de habitat afetado e as espécies-alvo. As propostas atualmente utilizadas na mitigação de atropelamentos de animas baseiam-se na implementação de mecanismos, como: refletores, que com a incidência da luz dos veículos ficam refletivos, aumentando a percepção da fauna próxima à rodovia; placas de sinalização, indicando possíveis travessias de animais; redução da velocidade; informação sobre a fauna

daquele local e; a implantação de estruturas construídas especificamente para a travessia de fauna, subterrâneas ou aéreas, sempre acompanhadas de cercas-guia, construídas em material natural ou artificial, para conduzir os animais de forma segura. Caso não sejam instaladas cercas para condução dos animais, o sucesso das passagens é muito reduzido (GRILO et al., 2008).

Os artigos aqui apresentados proporcionam um pequeno panorama do estado da arte das pesquisas sobre implantação rodoviária no Brasil. Ainda assim, e apesar de servirem o intuito deste trabalho, são uma pequena fração dos estudos que tangenciam este tema. Abordam, principalmente, os impactos ambientais derivados de obras desta magnitude, apesar de reconhecerem que há um ganho com a construção de uma rodovia. Integração, desenvolvimento, progresso, facilidade no escoamento produtivo, são exemplos de vantagens apresentadas. O que permitirá uma aceitação maior dos impactos negativos é, justamente, a minoração destes, através de estudos e medidas que reduzam, significativamente, a modificação do ambiente onde o projeto será implantado.

4. Resultados e Discussão

4.1. Impactos e ações mitigatórias

4.1.1. Supressão da vegetação e resgate da flora

A supressão de vegetação e a posterior necessidade de resgate da flora (replantio, reflorestamento, etc.), causados pela implantação de rodovias, são impactos ambientais importantes e que ocorrem sempre que os estudos de EIA/RIMA não são levados em conta. A supressão vegetal deve ser realizada dentro dos limites estabelecidos nos projetos de execução do eixo da rodovia, evitando o desmatamento desnecessário e restringi-lo o máximo possível, em especial as formações de mata ciliares que contribuem para a proteção dos rios, córregos e nascentes.

A vegetação predominante no estado do Tocantins é o cerrado, que cobre 90% do seu território, cuja principal característica são grandes arbustos e árvores esparsas, de galhos retorcidos e raízes profundas. Uma grande porção deste bioma tem sido degradada e

fragmentada pela expansão de pastagens para pecuária, expansão de fronteiras agrícolas, de cultivo de cana de açúcar, soja e construção de usinas hidroelétricas. Estas alterações antropogênicas têm reduzido o cerrado a, aproximadamente, 35% de sua cobertura original (VERDADE et al., 2010).

A motivação e os objetivos do programa de supressão vegetal aplicado na BR-242/TO foram descritos na exposição de motivos do relatório:

> [...] justifica-se devido à necessidade de direcionar as atividades de execução da supressão de vegetação para a implantação da BR-242/TO, com base em técnicas de impacto reduzido, buscando otimizar o processo e minimizar os danos. Possui a função de fornecer os subsídios e as diretrizes necessárias para a supressão da vegetação que deverá ser efetuada na faixa de domínio da rodovia e orientar quanto aos procedimentos cabíveis necessários para a minimização dos impactos na flora local, resultantes da implantação do empreendimento. [...]. Orientar a supressão da vegetação visando à utilização dos critérios de cunho ambiental durante a etapa de desmatamento e limpeza prevista no processo construtivo do empreendimento; Apresentar os resultados do inventário quali/quantitativo da vegetação observada na área do empreendimento em questão; Apresentar medidas para a mitigação dos impactos decorrentes das obras de implantação da BR-242/TO (PROSUL, 2019, p.18).

Os resultados do programa, na falta de uma conclusão no relatório, foram extraídos das tabelas apresentadas pelos respectivos subprogramas, a saber: a) Supressão vegetal, propriamente dita; b) Resgate de epífitas; c) Coleta de sementes; e d) Plantio de palmeiras. O subprograma de plantio de palmeiras foi repassado ao consórcio construtor da estrada, não constando deste relatório final. Os trabalhos foram realizados entre julho/2017 e março/2019.

No que toca à supressão vegetal, foram suprimidas 49 espécies diferentes de árvores, em diferentes locais, que resultaram nos respectivos valores abaixo demonstrados na Tabela 2.

> Após o término da supressão da vegetação, realizou-se a soma dos valores obtidos através dos laudos de cubagem, resultando na área total de 167,626 ha suprimidos, gerando o volume de 902,75 st (estéreo) de lenha e 157,17 m³ (metros cúbicos) de toras (PROSUL,

2019, p.34).

Tabela 2 - Volume de toras dos espécimes vegetais suprimidas.

Nome Popular	**Espécie**	**Volume (m^3)**
Açoita Cavalo	*Luehea divaricata*	1,73
Amescla	*Protium heptaphyllum*	1,72
Angelim	*Piptadenia rigida*	9,17
Angélica	*Guettarda angelica*	0,09
Angico	*Anadenanthera colubrina*	2,74
Araçá	*Myrcianthes gigantea*	1,81
Aroeira	*Schinus terebinthifolius*	7,39
Bananeira-do-cerrado	N. I.	2,4
Baru	*Dipteryx alata*	3,19
Cagaita	*Eugenia dysenterica*	4,32
Cajú	*Anacardium occidentale*	10,47
Candeia / Vinarco	*Eremanthus erythropappus*	0,12
Capitão do Campo	*Terminalia argentea*	1,92
Caraibeira / Caraiba	*Tabebuia aurea*	1,01
Casca d'anta	*Drimys winteri*	0,35
Catarena / Tatarena	*Chloroleucon sp*	1,64
Combari/Tmaburil	*Enterolobium Contortisiliquum*	0,52
Coração de Nego	*Poecilanthe parviflora*	0,13
Curriola	*Pouteria ramiflora*	2,71
Eucalipto	*Eucalyptus sp.*	0,24
Folha lisa	N.I.	0,29
Garroteira	N.I	1,58
Gonçalo Alves	*Astronium fraxinifolium*	14,68
Ipê	*Tabebuia ochracea*	4,35
Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	2,29
Jatobá	*Hymenaea courbaril*	6,32
Jatobá do Campo	*Hymenaea stilbocarpa*	0,42
Jequtibá	*Cariniana estrellensis*	0,72
Mamoninha	*Mabea fistulifera*	1,81
Mangaba	*Hancornia speciosa*	2,66
Marinheiro	N. I.	0,02
Murici	*Byrsonima crassifolia*	1,62
Murindiba	*Buchenavia tetraphylla*	0,64
Mutamba	*Trema micrantha*	1,5
Oiti	*Licania tomentosa*	4,38
Pacari	*Lafornsia pacari*	0,02
Paineira / Paina	*Chorisia speciosa*	5,84
Pau ferro	*Caesalpinia leiostachya*	3,76
Pau jacaré	*Piptadenia gonoacantha*	4,6
Pau óleo	*Copaifera langsdorfii*	2,27
Pau terra	*Qualea parviflora*	2,67
Pequi	*Caryocar braliliense*	11,49
Puçá	*Mouriri pusa Gardner*	1,6

Sambaiba	N.I.	6,22
Sucupira	*Pterodon emarginatus*	3,7
Taipoca	*Handroanthus albus*	0,11
Taroba	*Aspidosperma tomentosum*	0,15
Timbó	*Enterolobium gummiferum*	4,94
Umburuçu	*Pseudobombax tomentosum*	12,84
Total		**157,16**

N.I. - Espécie não identificada.
Fonte: PROSUL, 2019a.

No subprograma de resgate de epífitas, ocorre um baixo número de resgates, que é de somente 5 espécies. O resgate de epífitas faz-se necessário para auxiliar na diminuição dos prejuízos às comunidades residentes, incluindo a flora e fauna, considerando a importância da relação destes com indivíduos arbóreos, trazendo benefícios para a comunidade florestal. Na Tabela 3 são demonstradas as coordenadas UTM de regaste e realocação:

Tabela 3 - Resgate e realocação de epífitas.

Data	**Local**	**Coordenadas UTM**				**N° indivíduos**
		Resgate		**Realocação**		
10/08/2018	BR-242/TO Lote 02	23L 179421	8620438	23L 179423	8620196	1
06/09/2018	BR-242/TO Lote 02	23L 176185	8623028	23L 175802	8620228	1
22/09/2018	BR-242/TO Lote 02	23L 176025	8623170	23L 176055	8623038	1
08/10/2018	BR-242/TO Lote 02	23L 824428	8627986	23L 824259	8628186	1
16/10/2018	BR-242/TO Lote 02	23L 824055	8628742	23L 823942	8629134	1

Fonte: PROSUL, 2019a.

O baixo número de epífitas resgatadas contrasta com o número de espécies encontradas (15) por Lima (2014), em sua dissertação sobre a ocorrência de epífitas na Floresta Nacional de Brasília-DF (próximo ao bioma onde a BR-242/TO foi construída).

O programa de coleta de sementes envolvia a propagação da flora através de sementes, na região da BR-242/TO, e a mitigação de efeitos da obra (no caso, a supressão vegetal) sobre o

meio ambiente local. A promoção da coleta de sementes "de boa qualidade para o desenvolvimento e formação de povoamento com indivíduos capazes de obter um desenvolvimento desejado no processo de sucessão" (PROSUL, 2019, p.34) era o principal objetivo desta ação.

A metodologia no processo de coleta de sementes envolvia várias fases (seleção de árvores coleta, beneficiamento, secagem e armazenamento).

Figura 4 - Coleta de sementes com a utilização de instrumento coletor.
Fonte: PROSUL, 2019a.

Foram coletadas sementes de 16 espécies diferentes, sem especificação de quantidades (Timbó, Caroba, Imbiruçu, Jatobá, Barú, Caraíba, Tingui, Mirindiba, Ipê Rosa, Jacarandá do cerrado, Caju do cerrado, Aroeira, Angico, Tamborio, Gonçalo Alves e Ipê Amarelo), como demonstrado na planilha da coleta de sementes com sua espécie e nome popular (Tabela 4). Algumas das sementes coletadas foram enviadas ao Banco de Sementes da Faculdade Católica do Tocantins para armazenamento e multiplicação.

Tabela 4 - Coleta de Sementes, para replantio e formação de novos povoamentos, com as respectivas coordenadas UTM, onde foram coletadas.

DATA	LOCAL	Nome Popular	ESPÉCIE	COORDENADAS UTM Coleta		N° IND.	ATIVIDADE EXECUTADA
JULHO							
24/07/17	BR-242/TO Lote 04 LD Estaca 710+00.	Timbó	*Magonia pubescens*	23L 244528	8610056	M46	Coleta de sementes
24/07/17	BR-242/TO Lote 04 LD Estaca 1588+00.	Caroba	*Jacaranda sp*	23L 260505	8617158	M47	Coleta de sementes
AGOSTO							
11/08/17	Conceição do Tocantins/TO	Imbiruçu	*Pseudobombax grandiflorum*	23L 250412	8647938	M48	Coleta de sementes
11/08/17	Conceição do Tocantins/TO	Jatobá	*Hymenaea sp*	23L 250375	8647938	M49	Coleta de sementes
11/08/17	Conceição do Tocantins/TO	Jatobá	*Hymenaea sp*	23L 250374	8647875	M50	Coleta de sementes
23/08/17	Conceição do Tocantins/TO	Barú	*Dipteryx alata*	23L 250449	8647797	M51	Coleta de sementes
23/08/17	Conceição do Tocantins/TO	Timbó	*Magonia Pubescens*	23L 250446	8647831	M52	Coleta de sementes
SETEMBRO							
20/09/17	Paranã/TO	Caraíba	*Tabebuia aurea*	23L 178149	8623448	M53	Coleta de sementes
22/09/17	Paranã/TO	Caraíba	*Tabebuia aurea*	23L 178440	8623704	M54	Coleta de sementes
22/09/17	Paranã/TO	Caroba	*Jacaranda sp*	23L 183378	8620934	M55	Coleta de sementes
JUNHO							
14/06/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 103	Tingui	*Magnonia pubescens*	23L 187970	8607522	M56	Demarcação Matriz
14/06/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 159	Mirindiba	*Buchenavia tomentosa*	23L 187596	8608280	M57	Demarcação Matriz
14/06/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 160	Ipê Rosa	*Tabebuia impetiginosa*	23L 187189	8608314	M58	Demarcação Matriz
14/06/18	BR-242/TO Lote 02 LE Estaca 185	Mirindiba	*Buchenavia tomentosa*	23L 187039	8608754	M59	Demarcação Matriz
14/06/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 187	Jacarandá do cerrado	*Machaerium opacum*	23L 187093	8608804	M60	Demarcação Matriz
JULHO							
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 235	Tingui	*Magnonia pubescens*	23L 186970	8609732	M61	Demarcação Matriz

17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LD Estaca 252	Caju do cerrado	*Anacardium humile*	23L 186886	8610056	M62	Demarcação Matriz
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LE Estaca 348	Jacaranda do cerrado	*Machaerium opacum*	23L 186564	8611906	M63	Demarcação Matriz
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LE Estaca 387	Aroeira	*Myracrodruon urundeuva*	23L 186034	8612362	M64	Demarcação Matriz
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LE Estaca 400	Tingui	*Magnonia pubescens*	23L 185922	8612520	M65	Demarcação Matriz
AGOSTO							
10/08/18	BR-242/TO Lote 02 Estaca 610	Angico	*Anadenanthera macrocarpa*	23L 182905	8615248	M66	Coleta de sementes
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 Estaca 609	Jatobá	*Hymenaea coubaril*	23L 182905	8615248	M67	Coleta de sementes
17/07/18	BR-242/TO Lote 02 LE Estaca 598	Tamboriro	*Enterobobrium Contorisiliquum*	23L 182907	8615126	M68	Coleta de sementes
SETEMBRO							
16/09/18	BR-242/TO Lote 02	Gonçalo Alves	*Astronium fraxinifolium*	23L 185695	8612996	M69	Coleta de sementes
17/07/18	BR-242/TO Lote 02	Aroeira	*Schinus terebinthifolus*	23L 186858	8602576	M70	Coleta de sementes
17/07/18	BR-242/TO Lote 02	Ipê Amarelo	*Handroanthus albus*	23L 186874	8602678	M71	Coleta de sementes
17/07/18	BR-242/TO Lote 02	Barú	*Dipteryx alata*	23L 189921	8602678	M72	Coleta de sementes

Fonte: PROSUL, 2019a.

4.1.2. Afugentamento e Salvamento da Fauna Silvestre

A construção e operação de rodovias produzem efeitos diretos à fauna, principalmente pela destruição e fragmentação de seus habitats:

> Parte da vegetação desaparece com o incremento da ocupação humana e o entorno da rodovia modifica-se. A alteração da paisagem natural, reconhecida aqui como um "mosaico de habitats", não está restrita ao local onde a vegetação foi retirada para a construção de uma rodovia. Outros tipos de impactos ambientais, em especial sobre a fauna característica de determinada região, podem ser gerados, com a construção de uma obra rodoviária. Estes impactos ambientais, em sua grande maioria, são desconhecidos pelas comunidades

> do entorno (que, por sua vez, são positivamente impactadas, social e economicamente, com a construção de uma rodovia) (GET, 2019, p.25).

Considerando que as populações naturais estão em equilíbrio com a oferta de recursos, qualquer tipo de perturbação que leve a grandes modificações no ecossistema, pode reduzir os números populacionais, levando espécies à extinção local. O estudo sobre vertebrados na estação ecológica Serra Geral do Tocantins, área próxima à região da BR-242/TO, realizado por Nogueira et al. (2011) apresenta uma variedade rica de espécies, "[...] um total de 450 espécies de vertebrados nos inventários realizados na EESGT e entorno imediato, incluindo 35 espécies de peixes, 36 de anfíbios, 45 de répteis, 254 de aves, 39 de quirópteros e 41 de mamíferos terrestres.

O subprograma de afugentamento e salvamento de fauna silvestre é um dos principais componentes de implantação de obras rodoviárias, no tocante à fauna. As medidas posteriores, como cercamentos e passagens, também são importantes e, a depender das espécies e do relevo, a instalação de estruturas para transposição rodoviária pela fauna, como passagens aéreas, é recomendada para estradas que atravessam ou que estão associadas a áreas protegidas, mas se um programa de resgate for bem executado, pode ser vital para a preservação e conservação de várias espécies que terão seu habitat recortado pela rodovia.

Na BR-242/TO, o programa foi realizado, no Lote 5 da obra, entre novembro de 2016 a março de 2017, e teve como objetivo principal:

> Promover o afugentamento e resgate de fauna em função das atividades de implantação da BR-242/TO inicialmente no lote 05 de forma a minimizar os impactos sobre a fauna local. De forma complementar visa contribuir para o aumento do conhecimento sobre a fauna (PROSUL, 2017, p.5).

A metodologia utilizada consistia na captura e triagem do estado de saúde dos animais. Após a captura, os animais foram encaminhados ao Centro de Triagem Móvel e avaliados pelo médico veterinário quanto às condições gerais de saúde. Após esse procedimento foi determinado o destino desses animais, que dependia de sua condição física/sanitária.

Os resultados das campanhas foram avaliados como satisfatórios e corresponderam ao esperado, considerando principalmente que a área onde ocorreram as atividades de supressão vegetal estão bastante alteradas pela presença humana. Os espécimes resgatados são em geral de espécies de pequeno porte e/ou que vivem em árvores.

As operações de resgate foram maiores (uma proporção de 3,09 animais resgatados, para cada afugentado), contabilizando em média 7,03 animais resgatados por quilometro, e 2,27 animais afugentados por quilometro, valores obtidos para o trecho de avaliação de 262 km. Devido à incapacidade de deslocação para áreas adjacentes, mesmo com recurso a varreduras de afugentamento, estes animais foram resgatados. A maioria dos espécimes resgatados é de pequeno porte, com baixa mobilidade e/ou hábito arborícola. Nesse período, "um total de 204 espécimes de 29 espécies foi resgatado, sendo 42 representantes da classe Amphibia, 159 da classe Reptilia e três da classe Mammalia" (PROSUL, 2017, p.25).

A Tabela 5 corresponde à lista dos animais resgatados nas operações de supressão vegetal, conforme sua taxonomia, nome comum, quantidade de regates, destino (S=Soltura, D=Devolução após avaliação) e o seu grau de ameaça de extinção.

Tabela 5 - Animais resgatados, durante supressão vegetal, na BR-242/TO.

Taxa	Nome comum	Nº	Destino	Grau de ameaça
Rhinella schneideri	Sapo	5	s	Pouco preocupante
Scinax fuscovarius	Perereca	3	s	Pouco preocupante
Trachycephalus typhonius	Perereca	6	s/d	Pouco preocupante
Leptodactylus fuscus	Sapo	4	s	Pouco preocupante
Leptodactylus mystaceus	Sapo	1	s	Pouco preocupante
Leptodactylus troglodytes	Sapo	1	s	Pouco preocupante
Physalaemus nattereri	Sapinho	10	s/d	Pouco preocupante
Physalaemus centralis	Sapinho	2	s	Pouco preocupante
Dermatonotus muelleri	Sapinho	9	s/d	Pouco preocupante
Elachistocleis ovalis	Sapinho	1	s	Pouco preocupante
Colobosaura modesta	Lagarto	2	s	Não avaliado
Micrablepharus maximiliani	Lagarto	17	s	Não avaliado
Vanzosaura rubricauda	Lagarto	23	s	Não avaliado
Copeoglossum nigropuncatum	lagarto-liso	23	s/d	Não avaliado
Coleodactylus meridionalis	Lagarto	1	s	Não avaliado
Gymnodactylus amarali	Lagarto	23	s/d	Não avaliado
Ameiva ameiva	Calango	17	s/d	Não avaliado
Ameivula ocellifera	Calango	9	s/d	Não avaliado
Tropidurus oreadicus	cobra-cega	3	s	Não avaliado
Amphisbaena sp.	cobra-cega	22	s/d	Não avaliado

Amphisbaena alba	cobra-cega	2	s/d	Pouco preocupante
Leptodeira annulata	Cobra	1	s	Pouco preocupante
Apostolepis ammodites	cobra-cipó	4	s	Não avaliado
Philodryas nattereri	corre-campo	2	s	Não avaliado
Oxyrhopus trigeminus	cobra-cipó	6	s/d	Não avaliado
Rodriguesophis iglesiasi	Cobra	1	s	Não avaliado
Erythrolampus poecilogyrus	Cobra	1	s	Não avaliado
Bothrops lutzi	Jararaca	2	s	Pouco preocupante
Gracilinanus agilis	Cuíca	3	s	Pouco preocupante

Fonte: PROSUL, 2017.

4.1.3. Monitoramento dos Corpos Hídricos

Um programa de monitoramento de corpos hídricos deve apresentar, no mínimo, a indicação dos parâmetros a serem monitorados: localização dos pontos de coleta, periodicidade das amostragens, técnica de coleta, preservação e análise das amostras anteriormente utilizadas. Ademais, os programas de monitoramento da qualidade dos principais corpos hídricos interceptados pelo empreendimento rodoviário objetivam especificamente em aferir a qualidade da água dos corpos hídricos próximos à rodovia, buscando identificar as possíveis alterações dos parâmetros monitorados, avaliando-se os resultados obtidos.

Com a abertura da rodovia, inúmeros impactos adversos podem surgir em função da rodovia por si, e também como resultados das pressões a que o meio ambiente, no entorno da rodovia, passa a estar sujeito. Rodrigues e Listo (2016) indicam isto em seu trabalho, ressaltando que, " a construção de rodovias,(...) pode apresentar uma série de impactos negativos, tais como (...) o desvio e a retificação de corpos hídricos" (RODRIGUES e LISTO, 2016, p.765). Associado a todo o geossistema que recebe estradas, está a ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como de aquáticos. Luís E. Sánchez, em seu trabalho sobre a avaliação ambiental, prevê que, para mitigar efeitos, há a possibilidade de se realizarem medidas compensatórias (SÁNCHEZ, 2013, p.397).

O Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos na BR-242/TO, teve como principal meta a determinação da qualidade das águas da região, antes do início das obras. O monitoramento dos corpos hídricos relevantes para a detecção de possíveis interferências da

obra com os rios e lagos é decorrente desta, já que a obra traz consigo a alteração de vários aspectos humanos que se refletem na alteração dos parâmetros de qualidade dos corpos hídricos, como o grau de ocupação, bem como a alteração ou intensificação das atividades econômicas da região (ANA, 2013). O Estado do Tocantins é formado por dois grandes sistemas hidrográficos, o Araguaia e o Tocantins, contendo cerca de 220 sub-bacias. A área atingida diretamente pela implantação da BR-242 está inserida no sistema do Rio Tocantins, mais precisamente na margem direita deste rio. As Sub-Bacias que serão cruzadas pelas obras são a Bacia do Rio Palma, a Bacia do Rio Paraná e a Bacia do Rio Tocantins.

Aproximadamente 52 Km das obras estão inseridas na Bacia do Rio Tocantins, correspondendo a cerca de 20% de toda a obra. Os principais corpos d'água que serão atravessados/margeados pela rodovia neste trecho são Córrego Traçado, Córrego Curralinho, Ribeirão Santa Cruz, Córrego Mumbuca e Rio Tocantins.

O principal formador desta Bacia é o Rio Tocantins, que nasce no Planalto de Goiás, numa altitude em torno de 1.000 m, formado pela junção dos rios das Almas e Maranhão. Desta junção, até a sua confluência com o Araguaia, o Rio Tocantins tem cerca de 1.400 Km de comprimento, e até à foz outros 560 Km, totalizando aproximadamente 1.960 Km. A certa altura, junta-se com o Rio Araguaia, e, no final, recolhe a contribuição do rio Itacaiunas, pela margem esquerda. Tem, ainda, como seu maior tributário o Rio Araguaia, com mais de 2.600 km de extensão. Nasce nos rebordos da Serra dos Caiapós, quase paralelamente ao Rio Tocantins, com o qual conflui, depois de formar a ilha do Bananal.

Os parâmetros monitorados nesta campanha foram definidos em função dos impactos que poderão ser observados nos corpos d'água, em virtude da pavimentação da rodovia, bem como os usos da água, do solo e as fontes poluidoras potenciais. Foram analisados parâmetros físicos (temperatura, turbidez, cor, serie de sólidos químicos e condutividade elétrica), químicos (pH, amônia/nitrato, oxigênio dissolvido, demandas química e bioquímica de oxigênio, fosfato total, cloreto total e compostos derivados de hidrocarbonetos) e biológicos (coliformes totais/termo tolerantes e Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA). Para conhecimento desta campanha, o estudo foi focado em dois pontos de coleta, sendo o ponto 1 com característica lêntica e o ponto 2 com características lótica (PROSUL,

2019b, p.40-41) que têm seus resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados analíticos das amostras de água superficial.

Parâmetro	Unidade	Limite de Quantificação	Padrão de Qualidade	Ponto 1	Ponto 2
2-Metilnaftaleno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Acenafteno	µg/L	0,020	-	0,01	0,01
Acenaftileno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Amônia	mg/L	0,02	-	1,031	1,122
Antraceno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,020	0,05	0,02	0,02
Benzo(a)pireno	µg/L	0,020	0,05	0,02	0,02
Benzo(b)+(k)Fluoranteno	µg/L	0,05	-	0,01	0,01
Benzo(g,h,i)Perileno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Benzo(k)Fluoranteno	µg/L	0,020	0,05	0,02	0,02
Cloreto Total	µg/L	0,5	250000	3,0	2,50
Condutividade elétrica	µmhos/cm	0,7	-	61	60
Cor	mgPt-Co/L	4,0	75	27,9	17,7
Criseno	µg/L	0,020	0,05	0,02	0,02
DBO	mg/L	0,2	5	1,8	1,7
DQO	mg/L	1,0	-	3,0	3,0
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,020	0,05	0,02	0,02
Fenantreno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Fluoranteno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Fluoreno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Fosfato total	mg/L	0,006	-	0,055	0,067
Indeno (1,2,3-cd)pireno	µg/L	0,020	0,05	0,01	0,01
Naftaleno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Nitratos	mg/L	0,01	10	0,01	0,01
Oxigênio dissolvido	mg/L	0,1	>5,0	7,60	7,80

Pireno	µg/L	0,020	-	0,02	0,02
Sólidos sedimentáveis	mg/L	0,1	-	1,0	1,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	1,0	-	9,0	4,0
Sólidos suspensos totais	mg/L	1,0	-	15,0	9,0
Sólidos suspensos voláteis	mg/L	1	-	6,0	5,0
Sólidos Totais	mg/L	1,0	-	55,0	25,0
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0,05	500	40,0	16,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	1,0	-	16,0	15,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	1,0	-	39,0	10,0
Turbidez	NTU	0,21	100	3,45	2,41
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	-	1000	$1,7x10^{+2}$	$3,9x10^{+2}$
Coliformes totais	NMP/100mL	-	-	$1,7x10^{+2}$	$1,4x10^{+3}$
Temperatura da amostra	°C	-	-	25,7	25,3

Fonte: PROSUL, 2019b, p.43-44. Reelaborada pela autora, 2020.

Os pontos de coleta (12 no total), foram visitados durante o mês de agosto/2019 (inverno, período mais seco), em 14 campanhas (idas ao local de coleta). As coletas e análises, durante essas idas ao campo e conforme exposto, não encontraram concentrações fora dos padrões de qualidade, segundo a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005):

> Os pontos analisados estão localizados nos corpos hídricos que atravessam os segmentos em fase de construção (lotes 2, 4 e 5). O monitoramento é realizado a montante e a jusante da intersecção da rodovia com os cursos d'água. Os pontos coletados e analisados totalizaram 02 amostras. Esta campanha foi realizada durante o período de estiagem. Conforme exposto anteriormente, os pontos amostrais analisados nesta campanha não apresentaram concentrações fora dos padrões de qualidade. Portanto, os parâmetros dos 02 pontos amostrados no rio Palma (montante e jusante), único rio perene da região, apresentaram resultados satisfatórios, uma vez que, as obras nesse ponto encontram-se em fase de construção, com pouca interferência de atividade antrópica e conservação de

> sua área de preservação permanente que provém de uma característica natural das águas da região nessa época do ano (PROSUL, 2019b, p.55)

A gestão ambiental em obra de rodovia é de extrema importância, pois o seu trabalho influencia de forma direta não apenas o meio ambiente, mas também os aspectos logísticos, financeiros e sociais. A moderna e correta gestão ambiental pede a adoção de medidas preventivas e corretivas contra os processos impactantes concebidos por certas ações na consecução de obras rodoviárias.

Os três programas apresentados são constituintes do processo de avaliação de impacto ambiental da BR-242/TO, estabelecidos no seu EIA/RIMA e direcionados para que as boas práticas ambientais sejam as linhas condutoras na implementação da obra rodoviária. Estes programas seguiram as diretrizes ambientais mais severas, dadas pelas normas do CONAMA (BRASIL, 1986), e produziram relatórios, com suas atividades de campo, métodos, resultados e alcançaram seus objetivos iniciais.

Os estudos para a BR-242/TO foram produzidos pensando na preservação e conservação do meio ambiente e a sua execução foi cuidadosa, embora alguns programas, como a remoção e transplante de palmeiras, tenham sido adiados para outras etapas. A análise feita neste trabalho foi a de descrever os principais aspectos dos programas desenvolvidos: o de supressão vegetal, onde foram feitas vistorias nas áreas, para identificar presença de espécies, para assim efetuar a poda, transplante ou supressão; o de afugentamento e resgate da fauna, onde foram realizadas rondas de afugentamento e resgate de animais silvestres antes da atividade de supressão vegetal, visando preservar e depois soltar os animais eventualmente resgatados em outra porção do habitat; e o programa de monitoramento de corpos hídricos, que analisou pontos onde estão localizados corpos hídricos que atravessam os segmentos em fase de construção da obra, assim como a análise do material coletado para a detecção de possíveis interferências da obra nos rios e lagos.

4.1.4. Matriz de Qualificação e Reversibilidade dos Impactos Ambientais

Para melhor expor os impactos das ações de mitigação e compensação nesta obra, as mesmas foram qualificadas nas Tabela 7a e 7b, a partir de seis categorias: o potencial de impacto, que descreve a atividade como positiva ou negativa; a forma como ocorre, direta ou indireta; a duração, permanente ou temporária; a reversibilidade, reversível ou irreversível; a abrangência, local ou regional e; a significância, que qualifica a importância e a magnitude dos impactos.

As rodovias caracterizam um empreendimento de grande porte, desta forma, é impossível que não ocorra algum tipo de dano ao Meio Ambiente, principalmente na fase de construção, independentemente de onde são instaladas. Assim sendo, há a necessidade de compensação das áreas degradadas, de grande importância para a manutenção da preservação e mitigação dos impactos causados (BARBOSA, 2018). Segundo Costa e Sánchez (2010), a construção de rodovias é uma atividade modificadora do meio ambiente, que altera processos ambientais, propriedades ou características físicas, químicas e biológicas, ou interferem em usos humanos preexistentes de um determinado ambiente.

A veracidade das medidas mitigadoras apresentadas em cada uma das ações descritas durante o estudo tem como objetivo minimizar os impactos indesejáveis, garantindo um desempenho eficaz e atendendo aos requisitos ambientais. Dessa maneira, o conhecimento dos impactos ambientais associados à implantação da rodovia, quando feito por meio de instrumentos de avaliação e de planejamento, proporciona a obtenção de medidas que os evitam e, simultaneamente, reduz os custos durante a implantação da rodovia (BARBOSA, 2018).

O conjunto destas ações de controle possibilitaram a redução de impactos ambientais significativos no meio ambiente tocantinense antes, durante e depois da obra, resultando em ganhos de sustentabilidade ambiental no processo da obra e ganhos para o meio ambiente e para as comunidades em torno da BR-242/TO. Este estudo também auxilia pesquisadores e empresas especializadas que queiram se aprofundar neste tema e local para produzir novas perspectivas e estudos, bem como servirá para toda a população que busca a preservação do meio ambiente.

Tabela 7a - Impactos ambientais e suas respectivas ações de significância, reversibilidade e abrangência da construção da BR-242/TO

IMPACTOS	FASE	Significância		Potencial de Impacto				
		Importância	Magnitude	Reversibilidade	Duração	Adversidade	Ocorrência	Abrangência
Erosão e Ravinamento.	P/C/O	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional/ Local
Assoreamento.	P/C/O	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional/ Local
Inundações.	P/C/O	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Local
Degradação das áreas envolventes à rodovia pela atuação de pesquisas de sondagem, análise de solo, de rochas e água.	P	Alta	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional
Alteração do perfil das encostas, por queda de barreiras, deslizamentos etc.	P/C/O	Alta	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Local
Poluição das águas superficiais e/ou subterrâneas.	C/O	Alta	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Direto e indireto	Regional/ Local
Interrupção ou desvio do fluxo natural dos rios.	C	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional/ Local
Compactação do Solo.	C	Média	Baixa	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local
Alteração no perfil dos talvegues.	C	Alta	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local
Poluição do ar por material particulado e gases.	C	Baixa	Baixa	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional/ Local
Aumento de vibrações e ruídos.	C/O	Média	Baixa	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local
Degradação de áreas exploradas.	C	Média	Média	Reversível	Permanente	Negativo	Direto	Local
Acidentes decorrentes do manuseio de explosivos.	C	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Local
Degradação do uso do solo.	O	Média	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional
Perda de habitats	C/O	Alta	Alta	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Regional
Fragmentação de habitat	C/O	Alta	Alta	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Regional
Extinção local de espécies da flora	C/O	Alta	Alta	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Regional
Extinção local de espécies da fauna	C/O	Alta	Alta	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Regional

Legenda: P – Projeto; C – Construção; O – Operação.

Tabela 7b - Impactos ambientais e suas respectivas ações de significância, reversibilidade e abrangência da construção da BR-242/TO.

IMPACTOS	FASE	Significância		Potencial de Impacto				
		Importância	Magnitude	Reversibilidade	Duração	Adversidade	Ocorrência	Abrangência
Invasão de espécies exóticas	C/O	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional
Incremento de zoonoses	C/O	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Regional
Alteração da paisagem natural.	O	Média	Média	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Regional
Alteração do Cotidiano da População.	C	Alta	Alta	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Local
Exposição da População ao Risco de Acidentes.	C/O	Baixa	Baixa	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Local
Alteração do Quadro Demográfico.	C	Baixa	Baixa	Reversível	Temporário	Negativo	Direto	Local
Aumento da Oferta de Postos de Trabalho.	C	Média	Média	Reversível	Temporário	Positivo	Direto	Regional
Aumento da Demanda por Bens e Serviços.	C/O	Média	Média	Reversível	Temporário	Positivo	Indireto	Local
Aumento da Renda Local e Arrecadações Públicas.	C/O	Média	Média	Reversível	Temporário	Positivo	Indireto	Regional
Melhoria nas Condições de Circulação de Pessoas, Bens e Serviços.	O	Alta	Alta	Reversível	Permanente	Positivo	Direto	Regional
Alterações no Quadro de Saúde.	C	Média	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local
Formação de Ambiente Propício a Formação de Vetores.	C	Alta	Média	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local
Interferência com o Patrimônio Arqueológico.	C	Média	Baixa	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Local
Alteração nos Níveis de Emissões Atmosféricas.	C/O	Média	Média	Irreversível	Permanente	Negativo	Indireto	Local
Interferência com o patrimônio arqueológico	C/O	Alta	Média	Irreversível	Permanente	Negativo	Direto	Local
Interferência com o patrimônio espeleológico	C	Alta	Baixa	Reversível	Temporário	Negativo	Indireto	Local

Legenda: P – Projeto; C – Construção; O – Operação.

5. Considerações Finais

A implantação de rodovias apresenta grande importância para o desenvolvimento econômico e social, no entanto, a sua implantação acarreta alguns impactos ambientais, conduzindo à necessidade de analisar projetos que têm como prioridade a consciência ambiental, garantindo assim, que esses mesmos impactos negativos sejam evitados ou, pelo menos, reduzidos.

Desta forma, os estudos dos impactos ambientais e a avaliação dos mesmos, antes da fase de construção/implantação de uma rodovia, são de extrema importância. É por meio destas avaliações que se torna possível apresentar medidas mitigadoras.

A importância da gestão ambiental na obra de implantação da Rodovia BR-242/TO é evidenciada neste estudo, pela execução dos programas ambientais para minimizar e mitigar os impactos negativos ao meio ambiente. Uma gestão ambiental responsável, no âmbito de uma obra rodoviária de grande porte e realizada em território ambientalmente vulnerável, traz resultados positivos, sobretudo quando os programas de resgate da fauna, flora, coleta de sementes e análise dos corpos hídricos (rios) para análise da qualidade da água, previstos no escopo da obra, são realizados corretamente.

As análises ambientais realizadas permitem que se possa adotar as melhores práticas a fim de minimizar os impactos e maximizar a utilidade da obra rodoviária, conjugando os aspectos econômicos, sociais e ambientais. As medidas implantadas antes, durante e depois da obra, foram adequadas para se avaliar os impactos prévios e, também, para a diminuição destes durante a obra. O resultado desta avaliação foi a possível sustentabilidade ambiental no processo da obra e ganhos para o meio ambiente e comunidades em que a BR-242/TO foi construída.

6. Referências Bibliográficas

ABRA, F. Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP – 225 no município de Brota, São Paulo. 2012. 79p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Terrestres) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: http://dx.doi.org/ 10.11606/D.41.2012.tde-21012013-095242

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. -- Brasília: ANA, 2013. URL: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf

ASSIS, J. C.; GIACOMINI, H. C.; RIBEIRO, M.C. Road Permeability Index: Evaluating the heterogeneous permeability of roads for wildlife crossing. Ecological Indicators. v. 99, p.365-374, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.012

BARBOSA, A. S. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais Passivos da Construção/Pavimentação de Rodovias, Apresentando suas Medidas Mitigadoras. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, n.3, v.4, p. 39-53, 2018. URL: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/construcao-pavimentacao-de-rodovias

BECKMANN, J. P.; CLEVENGER, A. P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A., Safe Passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. Island Press, Washington, USA, 2010, 424p. ISBN: 9781597269674 (E-BOOK FORMAT)

BRASIL, 1986. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p.2548-2549. URL: http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf

BRASIL, 1988. Constituição Federal (05/10/1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. URL: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-63. URL: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

CAIRES, H.; SOUZA, C.; LOBATO, D.; FERNANDES, M. N.; DAMASCENO, J. S. Roadkilled mammals in the northern Amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. Iheringia, Série Zoologia. Porto Alegre, v.109, e 2019036, nov.2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4766e2019036

CASELLA, J.; PARANHOS FILHO, A. The Influence of Highway BR-262 on the loss of cerrado vegetation cover in Southwestern Brazil. Oecologia Australis. Rio de Janeiro, v.17, n.1, p.77-85, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.07

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. Boletim Estatístico. Brasília, 2019. URL: https://www.cnt.org.br/boletins

CORLATTI, L.; HACKLANDER, K.; FREY-ROOS, F., 2009. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. Conservation Biology, s/n: 1-9. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01162.x

COSTA R.M.; SÁNCHEZ, L. E. Environmental performance evaluation in highway rehabilitation works. REM - International Engineering Journal, v.63, n.2, p.247-254, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0370-44672010000200007

GALLARDO, A.L.C.F.; AGUIAR, A.O.; SÁNCHEZ, L.E. Linking Environmental Assessment and Management of Highway Construction in Southeastern Brazil. Journal of Environmental Assessment Policy and Management. v.18, n.1, p.1-27, 2016. DOI: https://doi.org/10.1142/S1464333216500022

GET - Governo do Estado do Tocantins. PLANO BÁSICO AMBIENTAL – PBA Rodovia BR-242/TO – Taguatinga – Paranã – Peixe TOMO II – 1/3. Governo do Estado do Tocantins, 2019. URL: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0381_14-23_3.pdf

GRILO, C.; BISSONETTE, J. A.; SANTOS-REIS, M. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for roads planning and mitigation. Biodiversity Conservation, v.17, p.1685-1699, 2008. DOI: https://doi.org/10.1007/s10531-008-9374-8

HESS, G. R.; FISCHER, R. A. Communicating clearly about conservation corridors. Landscape and Urban Planning. v.55, p.195-208, 2001. DOI: https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00155-4

LIMA, J. H. Diversidade e riqueza de orquídeas epífitas em matas de galeria da Floresta nacional de Brasília-DF. 2014. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. URL: https://repositorio.unb.br/handle/10482/21999

MENIN, F. A.; REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. C.; AMARAL, A. M. C.; GABELINI, B. M.; CERRI, R. I. Critérios de delimitação de áreas de influência em Estudos de Impacto Ambiental de rodovias: abordagem de processos de dinâmica superficial. Geologia USP, Série científica. São Paulo, v.17, n.3, p.209-224, 2017. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v17-129123

NOGUEIRA, C. C.; FERREIRA, M. N.; RECODER, R. S.; CARMIGNOTTO, A. P.; VALDUJO, P. H.; LIMA, F. C. T.; GREGORIN, R.; SILVEIRA, L. F.; RODRIGUES, M. T. Vertebrados da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins: faunística, biodiversidade e conservação no Cerrado brasileiro. Biota Neotropica. Campinas, v.11, n.1, p.329-338, mar.2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100030

OLIVEIRA, N. M. Desenvolvimento regional e territorial do Tocantins. Palmas/TO: Universidade Federal do Tocantins/EDUFT, 2019. URL: https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/1295/1/Desenvolvimento%20regional%20do%20territ%C3%B3rio%20do%20estado%20do%20Tocantins%20-%20Nilton%20Marques.pdf

PROSUL, 2017. PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. Relatório Final - 1º Etapa Relatório Final - Subprograma de Afugentamento e Salvamento de Fauna Silvestre Lote 05. Atividades realizadas entre 14 de novembro de 2016 e 03 de março de 2017. Tocantins, mar.2017.

PROSUL, 2019a. PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. Relatório Final de Execução do Programa de Supressão de Vegetação e Resgate de Flora no Lote 02 - BR-242/TO. Tocantins, fev.2019.

PROSUL, 2019b. PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. 14º REEP - PMCH Relatório Específico de Execução do Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos. Tocantins, set.2019.

PROSUL, 2020. PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. BR-242/TO, c2019. Disponível em: <https://br242to.com.br/>. Acesso em: 22 de mar 2020.

RODRIGUES, F. S.; LISTO, F. L. R. Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo. Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, v.21, n.4, p.765-775, dez. 2016. DOI: 10.1590/S1413-41522016152649

ROWE, N. 2010. Design of Fauna Underpasses. Disponível em: <https://www.mainroads.wa.gov.au/BuildingRoads/StandardsTechnical/RoadandTrafficEngineering/RoadsideItems/Pages/Design_of_Fauna_Underpasses.aspx>. Acesso em: 02 de ago de 2022.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SISTEMA URUBU. Ecologia de estradas. 2017. 9p. Disponível em: https://sistemaurubu.com.br/animais/. Acessado em: 02 de ago de 2022.

SOUZA, J. C.; CUNHA, V. P.; MARKWITH, S. H. Spatiotemporal variation in human-wildlife conflicts along highway BR-262 in the Brazilian Pantanal. Wetlands Ecology and Management. v.23, p.227–239, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s11273-014-9372-4

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. Estudos Avançados. São Paulo, v.24, n.68, p.161-172, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100014.