



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS SOBRE A
FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

Amanda Soares Lima

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS SOBRE A
FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

Amanda Soares Lima

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2024**

Lima, Amanda Soares, 2001 –

Impactos de empreendimentos rodoviários sobre a fauna e medidas mitigadoras/
Amanda Soares Lima - 2024.

39f.: fig. 2., tabs. 2.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 32-37

1. Biodiversidade — Conservação – Estradas – Fragmentação de habitats. I. Lima, Amanda Soares, II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. III. Impactos de empreendimentos rodoviários sobre a fauna e medidas mitigadoras.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS SOBRE A
FAUNA E MEDIDAS MITIGADORAS**

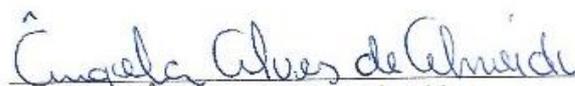
Amanda Soares Lima

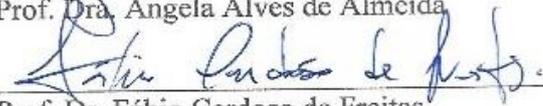
Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 19/07/2024

Banca examinadora:


Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida


Prof. Dra. Ângela Alves de Almeida


Prof. Dr. Fábio Cardoso de Freitas

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO - 2024**

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por tudo, pois sem Ele nada seria possível. Sua presença constante e sua orientação têm sido minha luz durante toda esta jornada acadêmica. Sou profundamente grata pelo amor, pela paz e pela força que Ele me concede a cada dia.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, cujo apoio incansável foi fundamental em todas as etapas da minha vida, desde o meu nascimento até o presente momento. Sua dedicação e amor incondicional foram a força motriz por trás de todas as minhas conquistas. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, nunca deixando faltar nada e me encorajando a perseguir meus sonhos. Sou infinitamente grata por tudo que fizeram por mim.

Aos meus irmãos, que sempre foram minha fonte de esperança e apoio incondicional para seguir meus sonhos. Aos meus demais familiares, cujo suporte foi fundamental para que eu alcançasse este momento tão significativo em minha vida.

Ao meu professor e orientador Fabio Souto, minha gratidão eterna por todo o apoio e orientação prestados. Agradeço por ter acreditado em mim quando eu mesma duvidava, por me mostrar que eu era capaz de superar desafios e por ser o motivo pelo qual não desisti quando a jornada parecia árdua. Suas aulas de entomologia e avaliação de impactos foram o ponto de virada em minha trajetória acadêmica, onde finalmente encontrei meu lugar e minha paixão pelo curso.

À minha tia Denise, que sempre me apoiou e ajudou não apenas durante todo o curso, mas também ao longo de toda a minha vida. Uma mulher maravilhosa e um exemplo enorme para mim.

À minha sogra Cleonice, que não apenas demonstrou ser uma sogra incrível, mas também uma amiga constante, oferecendo seu apoio inestimável ao longo desses anos de faculdade.

Ao meu Amor Gabriel, sua presença e incentivo foram essenciais para me manter firme quando me senti perdendo o rumo. Sem você, eu não chegaria até aqui. Não consigo expressar em palavras o quanto eu te amo e sou grata por ter você ao meu lado.

À minha melhor amiga Livea, cuja companhia nos primeiros anos de faculdade tornou tudo mais leve. Mesmo após sua saída do curso, sua presença e apoio continuaram a ser uma fonte de conforto e estímulo em minha vida.

Às minhas amigas do estágio, Lailina, Amanda e Ana Clara, quero agradecer a vocês por trazerem alegria e leveza aos momentos difíceis, muitas vezes sem nem perceberem. Vocês foram o maior presente que o estágio poderia ter me dado. Levarei nossa amizade para a vida toda. As nossas conversas foram as melhores e aliviaram o peso dos meus ombros em momentos onde estava sem forças para continuar.

À Alyssa e à Analua, que se tornaram minha companhia nos momentos de solidão. Suas chegadas em minha vida tornaram todo o processo mais suportável e divertido.

Ao professor Alexandre e ao Laboratório de Ecologia Aquática e Educação Ambiental (LEA), meu profundo agradecimento por todos os ensinamentos e companheirismo que levarei para a vida, por me ajudarem a superar medos que me permitiram alcançar lugares e objetivos que nunca imaginei conquistar. Sua contribuição foi fundamental para tornar minha jornada acadêmica mais leve e enriquecedora. Nossas conversas serão lembradas com carinho e gratidão.

Aos demais professores, minha imensa gratidão pela atenção e pelos valiosos ensinamentos que levarei comigo.

À Universidade Federal Rural, que se tornou minha casa durante cinco anos, agradeço por proporcionar experiências e aprendizados que jamais imaginei vivenciar. Este momento não seria possível sem o apoio e contribuição de cada uma dessas pessoas e instituições. Obrigada por fazerem parte dessa jornada inesquecível.

*“A grandeza de uma nação e seu progresso moral podem ser julgados pela forma como seus animais são tratados.”
(Mahatma Gandhi)*

RESUMO

A degradação ambiental é uma preocupação crescente devido às consequências severas, como a escassez de recursos naturais, as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade. A construção e operação de rodovias são fatores significativos que afetam negativamente a fauna, especialmente em regiões com habitats naturais ricos em diversidade biológica. No Brasil, um país com vasta biodiversidade, a expansão rodoviária intensifica esse problema, resultando em fragmentação de habitats, atropelamentos de fauna e outras perturbações ambientais. Apesar da importância econômica das rodovias, que facilitam o transporte de mercadorias e pessoas, impulsionando o desenvolvimento e a integração regional, seus impactos negativos sobre o meio ambiente não podem ser ignorados. Este estudo teve como objetivo principal avaliar os impactos das rodovias sobre a fauna brasileira e identificar medidas mitigadoras eficazes. Foram analisados dez Relatórios de Impacto Ambiental (RIMAs) e diversos trabalhos científicos para compreender a extensão dos impactos das rodovias sobre a fauna e as estratégias de mitigação empregadas. Os resultados mostraram que as rodovias causam uma variedade de impactos, como a fragmentação e a degradação de habitats, o aumento da mortalidade por atropelamento, mudanças no comportamento e afugentamento de espécies. Medidas mitigadoras propostas incluem a construção de passagens de fauna, a instalação de cercas, a sinalização adequada e os programas de educação ambiental. Desse modo, a análise revelou que as rodovias provocam diversos impactos diretos e indiretos sobre a fauna, com a necessidade de medidas eficazes e abrangentes para minimizar os danos causados por este empreendimento. Recomenda-se a implementação completa e rigorosa dessas medidas mitigadoras para proteger a fauna e os ecossistemas brasileiros, ressaltando a importância de planejar novas estradas com precaução e melhorar a intervenção nas rodovias existentes.

Palavras-chave: biodiversidade, conservação, estradas, fragmentação de habitats.

ABSTRACT

Environmental degradation is a growing concern with severe consequences, such as the scarcity of natural resources, climate change and loss of biodiversity. The construction and operation of highways are significant factors that negatively affect wildlife, especially in regions with natural habitats rich in biological diversity. In Brazil, a country with vast biodiversity, road expansion intensifies this problem, resulting in habitat fragmentation, wildlife being run over and other environmental disturbances. Despite the economic importance of highways, which facilitate the transport of goods and people, boosting development and regional integration, their negative impacts on the environment cannot be ignored. This study's main objective was to evaluate the impacts of highways on Brazilian fauna and identify effective mitigating measures. Ten Environmental Impact Reports (RIMAs) and several scientific articles were analyzed to understand the extent of the impacts of highways on fauna and the mitigation strategies employed. The results showed that highways cause a variety of impacts, such as the fragmentation and degradation of habitats, increased mortality from being run over, changes in behavior and the scare away species. Proposed mitigating measures include the construction of wildlife crossings, the installation of fences, adequate signage and environmental education programs. Thus, the analysis revealed that highways cause several direct and indirect impacts on fauna, with the need for effective and comprehensive measures to minimize the damage caused by these projects. It is recommended that these mitigating measures be fully and rigorously implemented to protect Brazilian fauna and ecosystems, highlighting the importance of planning new roads with caution and improving intervention on existing highways.

Keywords: biodiversity, conservation, habitat fragmentation, roads.

LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

AM – Amazonas

BBC - British Broadcasting Company

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

GDF- Governo do Distrito Federal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

MMA - Ministério do Meio Ambiente.

PR - Paraná

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RJ - Rio de Janeiro

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa apresentando os climas do Brasil	18
Figura 2. Mapa apresentando a Malha Rodoviária Federal	19
Figura 3. Passagem de fauna sob a rodovia BR 101/RS.....	26
Figura 4. Passagem de fauna sobre a rodovia.....	27
Figura 5. Radar eletrônico instalado na rodovia BR 101/RJ.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Impactos sobre a fauna citados em Relatórios de Impacto Ambiental preparados para licenciar a implementação de rodovias no Brasil e a frequência nestes estudos ambientais 22

Tabela 2. Medidas mitigadoras de impactos sobre a fauna citadas em Relatórios de Impacto Ambiental preparados para licenciar a implementação de rodovias no Brasil e a frequência nestes estudos ambientais..... 24

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVO GERAL	16
1.1.1 Objetivos Específicos	16
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
2.1. ÁREA DE ESTUDO	17
2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA.....	21
3.2 MEDIDAS MITIGADORAS.....	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
5. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Atualmente é possível constatar o aumento significativo da degradação ambiental em todo o mundo, com consequências que incluem a escassez de recursos naturais, mudanças climáticas, perda de biodiversidade e o comprometimento da sustentabilidade de processos produtivos, ocorrendo ainda problemas sociais, como o aumento da ocorrência de doenças (Almeida 2020). Cenário que se apresenta como um sério desafio para a humanidade, por representar grave risco aos serviços ecossistêmicos e à qualidade de vida da população (Pereira & Curi 2012, Almeida 2020).

As estradas tiveram importante papel no desenvolvimento de diversas civilizações, facilitando e/ou permitindo o transporte de materiais, animais e pessoas por milhares de quilômetros, com a sua finalidade incluindo ainda a troca de informações, possibilitando gerar riquezas (BBC 2018, Costa et al. 2022). Atualmente são igualmente relevantes e, mesmo países com uma vasta malha rodoviária, continuam construindo novas estradas e ampliando vias já existentes. Entretanto, a construção de rodovias e a posterior circulação de veículos, especialmente em regiões com elevada presença de habitats naturais, provoca impactos que podem ter severas consequências sobre a diversidade biológica e incluem a fragmentação e redução dos habitats, a diminuição do número de indivíduos de populações biológicas e a perda de biodiversidade (Almeida 2020, Costa et al. 2022). Assim, as estradas podem causar danos significativos à fauna e à flora (Almeida 2020).

Entre os problemas gerados pelo modelo de deslocamento predominante na maioria dos países, que frequentemente negligência a conservação ambiental, destacam-se os danos severos aos ecossistemas naturais e à sua biodiversidade (Bager et al. 2016, Vieira et al. 2019). Os impactos ambientais sobre a fauna são evidentes e multifacetados, resultando de fatores como desmatamento, aumento da frequência e magnitude de ruídos, pesca e caça ilegais, e atropelamento de fauna (Vieira et al. 20219, Almeida 2020, Lopes et al. 2021). Tais impactos levam à redução do tamanho das populações de diversas espécies e, em casos extremos, à extinção de algumas delas (Vieira et al. 20219, Almeida 2020, Lopes et al. 2021).

A construção e operação de rodovias é um grande impasse na conservação da fauna, por ser uma atividade que tem potencial de causar diversos impactos ambientais de elevada magnitude, gerando inúmeros problemas para a fauna local (Prado et al. 2006). No Brasil, várias estradas estão sendo construídas e essa expansão está afetando significativamente os ecossistemas locais e a sua biodiversidade (Almeida 2020). Os impactos das rodovias se

estendem por todas as fases destes empreendimentos, iniciando na fase de planejamento e persistindo por toda a fase de operação da estrada (Bandeira & Floriano 2004, Salomão et al. 2019). Este problema é especialmente sério no Brasil por ser um país megadiverso, contando inclusive com o Cerrado e a Mata Atlântica como áreas apontadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade – *hotspots* (Oliveira et al. 2008, Myers et al. 2000).

A biodiversidade brasileira, apesar de ser uma fonte valiosa de riqueza e desenvolvimento, é negligenciada (Takaki et al. 2007, Vieira et al. 2018). Estimativa indica que aproximadamente 473 milhões de animais silvestres são atropelados anualmente no Brasil, incluindo espécies ameaçadas de extinção (Carvalho 2014). O atropelamento de fauna é um problema alarmante e subestimado, com taxas reais possivelmente 16 vezes maiores que as registradas oficialmente (GDF 2012). O atropelamento da fauna causa mortes e também afeta processos ecológicos cruciais para os ecossistemas, como a dispersão de sementes, a polinização e a cadeia trófica. A presença de rodovias pode provocar mudanças na composição de espécies dos ecossistemas afetados e reduzir o tamanho de populações silvestres, afetando tais processos (Vieira et al. 2019).

Para reduzir o atropelamento de fauna em rodovias, medidas como a construção de passagens de fauna, a instalação de cercas e a redução de velocidade em trechos críticos são essenciais, além da sinalização adequada por meio de placas de alerta sobre a presença de animais na região ser fundamental para orientar os motoristas (Roussoulières 2014, Vieira et al. 2019, Silva 2021). A educação ambiental também desempenha um papel importante, sensibilizando a população sobre a importância da conservação da fauna e incentivando comportamentos responsáveis ao dirigir (Santos Júnior et al. 2016, Determinação Verde 2024). Essas medidas combinadas ajudam a proteger a vida selvagem e a reduzir os impactos das rodovias nos ecossistemas (Roussoulières 2014, Vieira et al. 2019, Silva 2021).

Desse modo, é necessário realizar pesquisas sobre os impactos sobre a fauna que são provocados pelas rodovias, além de estudar medidas para mitigar estes impactos. Em tais pesquisas é relevante abordar as alterações ambientais nos habitats naturais, além dos efeitos diretos sobre os animais. Nesse sentido, podem ser utilizados os dados de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMAs) preparados para licenciar rodovias, pois tais estudos avaliam os impactos ambientais causados pelos empreendimentos e são sugeridas medidas mitigadoras para minimizar a degradação ambiental (Almeida et al. 2017, Almeida 2020).

1.1 OBJETIVO GERAL

Estudar os impactos de empreendimentos rodoviários sobre a fauna no Brasil e as medidas utilizadas para mitigar tais impactos.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Avaliar os impactos dos empreendimentos rodoviários sobre a fauna brasileira.
- Apontar as medidas úteis para minimizar os impactos dos empreendimentos rodoviários sobre a fauna.
- Colaborar para o planejamento, a implantação e a operação de rodovias no Brasil de modo a minimizar os seus efeitos negativos sobre as espécies da fauna.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O Brasil apresenta população de 203.080.756 habitantes e território com 8.510.417 km² (IBGE 2022). Possui 26 estados, além do Distrito Federal, distribuídos e organizados em cinco regiões geográficas com diferentes características edafoclimáticas, elevada diversidade cultural e socioeconômica (IBGE 2022).

A biodiversidade brasileira é notavelmente rica, podendo representar 20% das espécies do mundo (MMA 2024). Possui um litoral com cerca de 8.500 km de extensão e seis biomas terrestres (Amazônica, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal), com características próprias em termos de paisagem, clima, geomorfologia e solo, proporcionando considerável endemismo de fauna e flora e ainda consistindo de grupos de ecossistemas com elevada complexidade estrutural (Ellwanger et al. 2023). Estas características tornam o Brasil um país megadiverso, inclusive com elevado número de espécies de animais (MMA 2024). De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio 2024), o Brasil possui a maior biodiversidade do mundo, com mais de 120 mil espécies de invertebrados e aproximadamente 8.930 espécies de vertebrados catalogados. No entanto, uma parcela dessa fauna está ameaçada de extinção. Em 2014, foram identificadas 1.173 espécies da fauna ameaçadas, após avaliar 12.256 espécies (incluindo peixes e invertebrados aquáticos). Nas avaliações de 2003 e 2004, apenas 1.137 espécies foram avaliadas, das quais 627 foram consideradas ameaçadas (ICMBio 2024, IBGE 2018).

Além disso, o Brasil apresenta uma vasta diversidade climática, variando de regiões com temperaturas frias e baixa precipitação pluviométrica a áreas de temperatura elevada e chuvas intensas, sendo que grande parte do território é caracterizado pelo calor (IBGE 2012). Existem três principais tipos de clima no país: equatorial, tropical e temperado (Figura 1). O clima equatorial é predominante na região amazônica, com chuvas frequentes e temperaturas elevadas ao longo do ano. Nas regiões tropicais o calor persiste, embora as chuvas sejam geralmente menos intensas. Já no Sul do Brasil, o clima temperado se faz presente, com invernos mais rigorosos e até a possibilidade da ocorrência de neve em alguns locais. Essa diversidade climática tem implicações significativas na flora e fauna, além das atividades humanas, incluindo agricultura, turismo e estilo de vida das populações locais (IBGE 2012).



Figura 1. Mapa apresentando os climas do Brasil. Fonte: IBGE (2012).

As estradas desempenham um papel crucial na economia brasileira, facilitando o transporte de pessoas e mercadorias em todo o país. O Brasil possui uma extensa malha rodoviária, com as rodovias federais possuindo atualmente extensão de 75,8 mil km (Figura 2), dos quais 65,4 mil km correspondem a rodovias pavimentadas e 10,4 mil km a rodovias não pavimentadas. Desse modo, essa rede abrange desde rodovias pavimentadas de alta capacidade de veículos até estradas rurais e vicinais em áreas remotas (GOV BR 2019).

Relatório de Impacto Ambiental da Implantação e Pavimentação da Rodovia BR 317/AM, subtrecho entre Boca do Acre/AM e a divisa AM/AC (RIMA BR 317/AM 2022);

Relatório de Impacto Ambiental do Projeto Avenida Liberdade (RIMA 2023);

Relatório de Impacto Ambiental das Obras de Duplicação e Regularização da Rodovia Federal - BR-476/PR (RIMA BR-476/PR 2022);

Relatório de Impacto Ambiental das Obras de Duplicação da Rodovia SP-294 entre o km 493+350 e o km 685+000 (RIMA Rodovia SP-294 2022);

Relatório de Impacto Ambiental da BR-319/AM – Trecho do Meio (RIMA 2021).

Além disso, para a coleta de dados também foram acessados artigos científicos publicados em periódicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Estes trabalhos científicos foram obtidos de *websites* institucionais e portais como Google Acadêmico e Portal de Periódico CAPES, conforme Vassar et al. (2024).

A partir da bibliografia consultada foram obtidos os impactos ambientais ocasionados pelos empreendimentos rodoviários sobre a fauna, suas causas e as medidas que são utilizadas para minimizar os danos provocados por tais empreendimentos. Optou-se por abordar não somente os impactos provocados pelas rodovias diretamente sobre a fauna, mas também as alterações causadas em seus habitats naturais, que podem ter consequências sobre os animais. Foi obtido ainda o número de RIMAs (frequência) que cada impacto ambiental e medida mitigadora foram citados em tais estudos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA

Foram identificados no total 22 impactos ambientais (Tabela 1). Os documentos analisados demonstram consequências negativas bastante complexas das rodovias sobre a fauna e também sobre os seus habitats naturais, com impactos nas fases de implantação e operação destes empreendimentos e com diferentes magnitudes, incluindo a degradação, redução e fragmentação dos ambientes naturais e o aumento da frequência do atropelamento e morte de animais (Gonçalves 2017).

A redução da área com habitats naturais, a sua fragmentação e o aumento do efeito de borda podem reduzir o número de indivíduos das populações de animais (Primack & Rodrigues 2001, Almeida & Vargas 2017). A redução dos habitats naturais reduz a abundância de recursos para a fauna (Hanski 2011, Silverio Neto et al. 2015) e pode levar espécies à extinção local, pois para a manutenção de populações viáveis de espécies da fauna podem ser necessárias extensas áreas com ecossistemas naturais, com a redução da área ocupada por habitats naturais podendo precipitar a extinção (Azevedo et al. 2013,). Áreas extensas são importantes especialmente para animais de topo de cadeia alimentar e de grande porte, pois apresentam grandes áreas de vida (*home range*) (Primack & Rodrigues 2001, Penteadó 2012). Cabe mencionar que populações pequenas são vulneráveis, pois apresentam geralmente menor diversidade genética e estão mais susceptíveis à endogamia, à quebra da estrutura social e aos impactos antrópicos (Primack & Rodrigues 2001, Almeida & Vargas 2017). Além disso, a fragmentação da área ocupada por habitats naturais reduz o fluxo gênico e, assim, precipita a perda de diversidade genética e aumenta a endogamia (Silverio Neto et al. 2015, Almeida & Vargas 2017). As rodovias ainda reduzem a conectividade entre habitats pelas suas estruturas físicas.

A fragmentação das florestas intensifica o efeito de borda, que se trata da modificação das condições ambientais nas margens das florestas, comparando com o seu interior, o que desfavorece espécies que necessitam de condições específicas do interior das florestas, podendo reduzir a riqueza de espécies e modificar a composição da biodiversidade local (Martinelli 2014). No Brasil a maioria dos habitats naturais terrestres constituem-se em florestas e a fragmentação florestal aumenta a incidência do efeito de borda sobre a fauna, onde a borda da floresta apresenta condições ambientais diferentes do seu interior, existindo espécies de animais que não estão adaptadas às características da borda (Martinelli 2014, Silverio Neto et al. 2015).

As alterações ambientais provocadas pelas rodovias acabam gerando a degradação do habitat da fauna. Somado ao que já foi mencionado, o aumento de ruídos, vibrações, poeira, fumaça e outros poluentes, como óleos e combustíveis advindos do vazamento de veículos, podem degradar as condições dos habitats da fauna terrestre e também aquática (Lauxen 2012, Almeida 2020). A poluição de rios e lagos pelas partículas de solo (sedimentos) derivados das obras de construção das rodovias e por vazamentos de óleos e combustíveis, além de resíduos sólidos, pode ser um sério problema para a fauna aquática (Maciel 2017, Poletto & Martinez 2011).

Tabela 1: Impactos sobre a fauna citados em Relatórios de Impacto Ambiental preparados para licenciar a implementação de rodovias no Brasil e a frequência nestes estudos ambientais.

Impactos sobre a fauna	Frequência
Redução da área ocupada por habitats naturais da fauna	4
Fragmentação da área ocupada por habitats naturais	4
Redução da conectividade entre habitats	2
Incidência do efeito de borda sobre a fauna	3
Redução da abundância de recursos da fauna	1
Perturbação da fauna	2
Degradação do habitat da fauna	2
Redução do tamanho das populações/ Redução da abundância de indivíduos	1
Aumento do atropelamento de fauna	7
Lesão de animais	1
Morte de animais	3
Aumento da pressão da pesca e/ou caça	2
Afugentamento de fauna	4
Mudanças na composição das comunidades faunísticas	1
Alteração da diversidade de espécies	1

Mudanças no comportamento/hábito da fauna	4
Extinção de espécies	1
Perda de biodiversidade	1
Fragmentação e aumento do isolamento de populações	1
Redução do fluxo gênico	1
Alteração na diversidade de espécies aquáticas	4
Pressão sobre espécies vulneráveis	1

Os diversos impactos provocados pelas rodovias, incluindo o aumento da incidência de ruídos e a movimentação de pessoas e, principalmente, de veículos causa a perturbação da fauna. Pode ocorrer inclusive mudanças no comportamento/hábito da fauna e o afugentamento de animais, com consequências na composição de espécies que habitam principalmente as áreas mais afetadas pelos impactos e com efeitos negativos sobre interações ecológicas (Freire et al. 2011). A polinização e a dispersão de sementes de plantas podem ser afetadas pelas mudanças na composição de espécies da fauna e, como consequência, as plantas também podem ser negativamente influenciadas (Ferreira 2011, Almeida et al. 2013).

Também é relevante mencionar que durante e após a construção de rodovias pode ocorrer o aumento da caça, inicialmente pela ação de trabalhadores das obras e posteriormente por usuários da rodovia, que passam a ter acesso facilitado a áreas de habitats nativos em função da nova estrada (Costa et al. 2016).

Durante a construção da rodovia, mas principalmente após o início da sua operação, com o tráfego constante de veículos, ocorre o aumento do atropelamento de animais. Muitos animais morrem todos os anos nas rodovias brasileiras em função de atropelamento, incluindo mamíferos, répteis, anfíbios e pássaros (Prado et al. 2006, Swenson 2015).

Os impactos ambientais citados acima se somam para gerar a redução do tamanho das populações de animais, aumentando a probabilidade da extinção local de espécies. Isto é grave principalmente para espécies mais vulneráveis, como animais de grande porte, endêmicos e que são alvo preferencial de caçadores, além de espécies raras e ameaçadas de extinção. Consequentemente, ocorre a perda de biodiversidade de espécies da fauna (Almeida & Vargas 2017). Cabendo ressaltar que esse impacto provoca consequências sobre os serviços ecossistêmicos úteis para o ser humano.

Assim, o tráfego de veículos afeta o comportamento, a diversidade e a composição da fauna e no caso dos insetos os impactos são tão relevantes quanto nos vertebrados, principalmente tendo em vista a elevada abundância e riqueza de espécies da Classe Insecta (Lewinsohn & Prado 2005), assim como a sua relevância ecológica como polinizadores, dispersores de sementes e para a ciclagem de nutrientes do solo (Almeida et al. 2019), de modo que o atropelamento de insetos em rodovias pode levar à redução de suas populações e, conseqüentemente, afetar o equilíbrio dos ecossistemas (Lauxen 2012). Estudo realizado na região sul do Rio Grande do Sul destacou o impacto negativo das rodovias sobre os insetos (Teixeira et al. 2011).

O ambiente da rodovia é inóspito aos insetos, com o risco de serem esmagados por veículos em movimento e o deslocamento de ar causado por estes veículos pode desviar os insetos de seu curso, com a mortalidade de insetos nas rodovias sendo expressiva e causando efeitos em cascata nos ecossistemas, em função da importância desses animais para a homeostase dos ecossistemas, pela atuação em interações e processos ecológicos e elevada participação na biomassa animal (Teixeira et al. 2011).

Como a maioria dos estudos sobre os efeitos das rodovias sobre a fauna focam nos vertebrados, é interessante que futuras pesquisas abordem os impactos sobre os insetos, buscando entender melhor o impacto das rodovias sobre esses animais e desenvolver estratégias para a mitigação de tais impactos.

3.2 MEDIDAS MITIGADORAS

Para mitigar esses variados impactos sobre a fauna foram propostas diversas medidas mitigadoras (Tabela 2). Foram identificadas, no total, 28 medidas mitigadoras direcionadas à impactos sobre a fauna ou sobre os seus habitats naturais.

Tabela 2: Medidas mitigadoras de impactos sobre a fauna citadas em Relatórios de Impacto Ambiental preparados para licenciar a implementação de rodovias no Brasil e a frequência nestes estudos ambientais.

Medidas mitigadoras	Frequência
Controle de Supressão Vegetal /Evitar desmatamentos desnecessários	7
Monitoramento da Fauna	6
Uso de bioindicadores para avaliar os impactos	2
Monitoramento do atropelamento de fauna	2

Controle da localização dos canteiros de obras	2
Evitar e/ou controlar as incursões dos trabalhadores aos habitats naturais	1
Educação Ambiental voltada aos trabalhadores e população vizinha	7
Fiscalização e repressão de atitudes incorretas	1
Proibir o porte e armas de fogo e/ou armadilhas pelos funcionários	1
Implantar sinalização	2
Recuperação de habitats	1
Evitar o surgimento de focos de erosão do solo próximos a cursos d'água	1
Recolher e tratar adequadamente o esgoto sanitário	1
Resgate de fauna	7
Prestar cuidados para com os indivíduos da fauna resgatados	2
Implantação de passagens de animais/ passagens de fauna	6
Monitoramento das passagens de fauna	2
Identificar pontos críticos em relação ao atropelamento de fauna	3
Monitoramento da fauna atropelada	1
Implantação de cercamento direcional	1
Implantação de dispositivos de redução de velocidade	3
Registrar e catalogar a fauna	10
Desenvolver ações de aproveitamento científico e destinação de material vítima de acidentes para instituições de pesquisa	1
Planejamento do traçado para obter proximidade com áreas urbanas e se afastar de habitats naturais, inclusive evitando sua fragmentação	1
Não utilizar fogo, herbicidas e outros agrotóxicos para limpeza da área	1
Monitoramento de vibrações e ruídos	2
Monitoramento de habitats aquáticos	2
Controle e conscientização sobre os deslocamentos de fauna silvestre na rodovia	1

Cabe ressaltar que 12 medidas mitigadoras foram citadas em apenas um dos RIMAs estudados. Por outro lado, “registrar e catalogar a fauna” esteve presente em todos os estudos ambientais. Também é relevante mencionar que, dentre as falhas observadas em Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental, está a proposição de “medidas mitigadoras ineficientes/inadequadas”, como o simples registro ou monitoramento da fauna ou de fatores de impacto, medidas que não são úteis para brandar a magnitude dos impactos sobre a fauna, a não ser que estejam atreladas a atividades que possam de fato minimizar os danos à fauna (Vassar et al. 2024). Além disso, medidas importantes para evitar danos à fauna apresentaram pequena frequência de ocorrência entre os RIMAs, como a instalação de cercas e de sinalização, que são medidas essenciais para reduzir o atropelamento de fauna (Roussoulières 2014). A implementação de medidas para evitar o atropelamento de fauna pode reduzir expressivamente os danos gerados à fauna pelas rodovias, inclusive pelos acidentes com a fauna ocorrerem durante todo o seu período de operação (Roussoulières 2014, Alvim 2017, Gomes et al. 2019). Como exemplo, passagens de fauna sob a rodovia (Figura 3) ou como pontes sobre a rodovia (Figura 4) permitem a circulação de animais de um lado para o outro da estrada com maior segurança (Roussoulières 2014, Alvim 2017, Gomes et al. 2019), além de aumentar o fluxo gênico, reduzindo a perda de diversidade genética e a endogamia (Almeida & Vargas 2017).



Figura 3. Passagem de fauna sob a rodovia BR 101/RS. Fonte: Lauxen (2012).



Figura 4. Passagem de fauna sobre a rodovia. Fonte: Clevenger & Huijser (2011) Apud Lauxen (2012).

As cercas impedem que animais adentrem a rodovia e possam ser atropelados, podendo ser preparadas de modo a permitir que a fauna que esteja na estrada possa sair dela e devem ser instaladas principalmente em pontos da estrada com maior presença de fauna e frequência de atropelamentos (Roussoulières 2014). Assim, a instalação de cercas ao longo das rodovias é uma medida eficaz para impedir que os animais acessem as estradas, ao mesmo tempo em que permite que aqueles que já estão na via possam sair em segurança, sendo úteis especialmente em áreas em que o número de atropelamentos é elevado (Roussoulières 2014).

Uma das possíveis consequências das estradas é a redução da diversidade de espécies na região de influência dos empreendimentos, inclusive pelo atropelamento de fauna, o que indica a magnitude do problema, visto que provoca o impacto direto da morte dos animais e também ocasiona outras consequências, a exemplo da quebra de interações e processos ecológicos e efeitos negativos sobre serviços ecossistêmicos (Roussoulières 2014, Almeida & Vargas 2017, Alvim 2017, Gomes et al. 2019, Almeida 2020).

Os resultados desse estudo possuem implicações relevantes para a preservação da vida selvagem no Brasil. A detecção de diversos impactos ambientais das rodovias sobre a fauna, tanto diretos quanto indiretos, demonstra a urgência na adoção de medidas mitigadoras eficazes, visto que os impactos sobre a fauna podem influenciar negativamente toda a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Lauxen 2012, Almeida & Vargas 2017). A implementação de medidas mitigadoras como o planejamento e redução da supressão de vegetação nativa, a

instalação de passagens de fauna, e de cercas de proteção, além do uso da educação ambiental são medidas importantes visando reduzir os impactos das estradas sobre a fauna (Lauxen, 2012). A presença dessas ações nos estudos analisados indica o reconhecimento da importância do problema e também da necessidade da precaução no planejamento de novas estradas e da intervenção nas rodovias já existentes buscando atenuar adversidades.

A implementação das medidas mitigadoras dos impactos sobre a fauna deve ser efetiva e completa, pois muitos empreendimentos não aplicam as medidas mitigadoras ou as implementam de forma parcial (Prado Filho & Souza 2004). Tal negligência desconsidera a importância crucial dessas ações para a preservação da fauna. Determinadas rodovias são alvo de críticas quanto à sua manutenção e falta de atenção do poder público, como é o caso do Arco Metropolitano no Rio de Janeiro, o que pode agravar os danos à fauna. Assim, é possível constatar a magnitude do descaso com os animais e os cidadãos (G1 2021, Record 2020.)

Este estudo traz uma valiosa contribuição para a compreensão dos efeitos ambientais provocados pelas estradas na fauna brasileira. Ele estabelece uma base para a elaboração de políticas públicas e estratégias de mitigação, essenciais para proteger não só os animais e seus habitats naturais, mas também para ressaltar a importância de se avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos das estradas nos ecossistemas. Na perspectiva da sociedade, a pesquisa resalta a urgência de um planejamento mais sustentável e de uma gestão ambiental mais rigorosa no planejamento de infraestruturas viárias. As medidas de mitigação constatadas podem servir como um guia para a diminuição dos impactos negativos e para a promoção da preservação da diversidade biológica.

Possíveis investigações futuras podem se concentrar na avaliação da eficiência das medidas de mitigação implementadas, fornecendo evidências empíricas sobre a sua eficácia a longo prazo. Adicionalmente, é fundamental criar métodos para supervisionar e reduzir os impactos de novas estradas em regiões sensíveis e com alta biodiversidade. Sugestões para alterações abrangem a inclusão de aspectos ecológicos desde a concepção inicial das vias, evitando a fragmentação de ambientes e fomentando a ligação entre áreas naturais. A introdução de tecnologias inovadoras, como o uso de inteligência artificial (Ferrante et al, 2024, O GLOBO, 2024), além da fiscalização eletrônica (Figura 5; Silva 2021), podem contribuir para diminuir os atropelamentos. De maneira conclusiva, este estudo enfatiza a urgência de uma abordagem abrangente e variada para atenuar os impactos ambientais das estradas, salvaguardando, dessa forma, a diversidade biológica do Brasil e garantindo a conservação dos serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano.

Apesar dos achados significativos, o estudo apresenta limitações, as quais incluem potenciais vieses na coleta de dados, além de variações na qualidade e especificidade dos RIMAs revisados. Ademais, as mudanças temporais nas práticas de construção e operação de rodovias podem influenciar os resultados observados.



Figura 5. Radar eletrônico instalado na rodovia BR 101/RJ. Fonte: Silva (2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos ambientais identificados em Relatórios de Impacto Ambiental referentes à implementação e operação de rodovias no Brasil revelam um conjunto diversificado e complexo de efeitos diretos e indiretos sobre os animais na área de influência destes empreendimentos. Dentre os impactos negativos mais severos estão a fragmentação e redução dos habitats naturais, o aumento da frequência de atropelamento de fauna e a consequente morte de animais, a degradação ambiental e os distúrbios comportamentais nos animais, que contribuem para a diminuição do tamanho das populações e da diversidade genética, o aumento da endogamia e a extinção local de espécies, ameaçando principalmente os animais mais vulneráveis.

A frequência de medidas mitigadoras nos estudos revisados, tais como o controle da supressão vegetal, o monitoramento da fauna, a implantação de passagens de fauna e a educação ambiental, indica que há um reconhecimento da necessidade de intervenções específicas para minimizar os danos à fauna. Entretanto, a eficácia dessas medidas está intrinsecamente ligada à sua implementação meticulosa e continuada.

Para que se mitiguem eficazmente os impactos das rodovias, é crucial integrar considerações ecológicas no planejamento inicial e desenvolver métodos inovadores para monitorar e reduzir os impactos em áreas sensíveis. A proteção da fauna e dos habitats naturais é imperativa para a preservação da biodiversidade no Brasil e para assegurar o bem-estar humano.

Em síntese, a implementação de rodovias no Brasil deve ser acompanhada de rigorosas e contínuas medidas de mitigação dos impactos ambientais, de modo a proteger a biodiversidade e promover um desenvolvimento sustentável. A continuidade das pesquisas e a avaliação da eficácia das medidas mitigadoras são fundamentais para garantir que as estratégias adotadas sejam eficazes a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS

Almeida FS, Mayhe-Nunes AJ, Queiroz JM (2013) The Importance of Poneromorph Ants for Seed Dispersal in Altered Environments. *Sociobiology*, 60: 229-235.

Almeida FS, Garrido FSRG, Almeida AA (2017) Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. *Diversidade e Gestão* 1: 70-87.

Almeida FS (Org.) (2020) Impactos Ambientais de grandes empreendimentos no Brasil. 1. ed. Editora Autografia, 2020.

Almeida FS, Vargas AB (2017) Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. *Diversidade e Gestão*, 1: 10-32.

Almeida FS, Elizalde L, Silva LMS, Queiroz JM (2019) The effects of two abundant ant species on soil nutrients and seedling recruitment in Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Entomologia*, 63: 296-301.

Alvim MMA (2017) Análise dos impactos ambientais e medidas mitigadoras no planejamento, implantação e operação das rodovias no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Azevedo FC, Lemos FG, Almeida L, Campos C, Beisiegel B, Paula RC, Crawshaw Junior, PG, Ferraz, PMPMB, Oliveira T (2013) Avaliação do risco de extinção da Onça-parda *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) no Brasil. *Biodiversidade brasileira*, 3(1): 107-121.

Bandeira C, Floriano EP (2004) Avaliação de impacto ambiental de rodovias. *Caderno Didático*, 8(1): 16.

Bager A, Silva Lucas P, Bourscheit A, Kuczach A, Maia B (2016) Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. *Biodiversidade Brasileira*, 6(1), 75-86.

BBB (2018) BBC News Brasil. A impressionante rede de estradas romanas que continua gerando riqueza 2 mil anos depois. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45236912> Acesso em: 04 de junho de 2024.

Carvalho CF (2014) Atropelamento de vertebrados, hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/13412/1/AtropelamentoVertebradosHotspots.pdf> Acesso em: 10 de junho de 2024.

Clevenger, AP & Huijser, MP. (2011) Wildlife crossing structure handbook: Design and evaluation in North America. Washington, DC, Federal Highway Administration. apud Lauxen, MS (2012) A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Costa SS, Santos AO, Oliveira Junior JMB (2016) Vertebrados silvestres atropelados em dois trechos de rodovias no município de Santarém-PA, Brasil. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB.

Costa CR, Milhomem RS, Almeida WMS, Oliveira PP (2022). Rodovias brasileiras: Importância dos dispositivos para passagem de fauna. *Research, Society and Development*, 11(7): e58911730487.

Determinação Verde (2024) Educação Ambiental: importância e macrotendências. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/determinacaoverde/educacao-ambiental-importancia-e-macrotendencias/> Acesso em: 04 de junho de 2024.

Ellwanger JH, Nobre CA, Chies JAB (2022) Brazilian biodiversity as a source of power and sustainable development: A neglected opportunity. *Sustainability*, 15(1): 482.

Ferrante, G. S., Nakamura, L. H. V., Sampaio, S., Rocha Filho, G. P., & Meneguette, R. I. (2024). Evaluating YOLO architectures for detecting road killed endangered Brazilian

animals. Scientific Reports. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-52054-y>. Acesso em: 10 de junho de 2024.

Ferreira DNS (2011) Estudo do efeito das mudanças no uso do solo nas adjacências de uma reserva de cerrado sobre sua fauna apícola. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.

G1 Globo (2021) Motoristas que passam pelo Arco Metropolitano continuam enfrentando insegurança, abandono e escuridão na via. Por Fernanda Rouvenat, Bom Dia Rio. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/12/28/motoristas-que-passam-pelo-arco-metropolitano-continuam-enfrentando-inseguranca-abandono-e-escuridao-na-via.ghtml>. Acesso em: 19 jun. 2024.

Gonçalves RLW (2017) Impacto do atropelamento em rodovias sobre a fauna do cerrado. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás. 116f. Disponível em: https://www.btdt.ueg.br/bitstream/tede/746/2/RogeriaWolpp_trabalho%20final-Fauna_Atropelada-PosBancaCorrigOrtgra_validado.pdf. Acesso em: 26 de maio. de 2024.

GDF - Governo do Distrito Federal (2012) Diagnóstico e proposição de medidas mitigadoras para o atropelamento de fauna na BR-020 - Projeto RODOFAUNA. 100 p. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília Ambiental (IBRAM), Superintendência de Estudos, Programas, Monitoramento e Educação Ambiental (SUPEM). Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/images/Rodofauna/Diagn%C3%B3stico.pdf>. Acesso em: 10 de junho. de 2024.

IBGE. Climas do Brasil. IBGE Educa, 2012. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/professores/jovens/conheca-o-brasil/territorio/20644-clima.html>. Acesso em: 10 Maio. de 2024.

IBGE Educa. (2018). Conheça o Brasil - Território: A fauna brasileira. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18309-a-fauna-brasileira.html>. Acesso em: 10 de Maio. de 2024

IBGE. Panorama do Censo 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 10 Maio. de 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2024) Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 26 de março. de 2024

Lauxen MS (2012) A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 14p.

Lewinsohn TM, Prado PI (2005) Quantas espécies há no Brasil? Megadiversidade, 1(1): 36-42.

Lopes AMR, Leão DRL, Oliveira TLC (2021) Impacto das rodovias na biodiversidade de fauna brasileira. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2(2): 80-80.

Maciel, B. L. O. (2017). Contaminação dos solos marginais das rodovias no entorno da Estação Ecológica de Águas Emendas. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Planaltina-DF.

Martinelli FS (2014). Fragmentação florestal, perda de habitat e ocorrência de primatas na Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/ed08737b-1260-4d5d-bd5f-44e110840d07/content>. Acesso em: 02 de junho. de 2024.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, GOV BR. Rodovias Federais. Disponível em: <http://antigo.infraestrutura.gov.br/rodovias-brasileiras.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GA, Kent J (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772): 853-858.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade brasileira. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html#:~:text=Esta%20abundante%20variedade%20de%20vida,\(ou%20de%20maior%20biodiversidade\)](https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html#:~:text=Esta%20abundante%20variedade%20de%20vida,(ou%20de%20maior%20biodiversidade).). Acesso em: 02 de junho de 2024.

O GLOBO. (2024). 'Atenção, animais na pista': tecnologia IA auxilia no salvamento da fauna silvestre em estradas no Brasil. Disponível em: [://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/04/23/atencao-animais-na-pista-tecnologia-ia-auxilia-no-salvamento-da-fauna-silvestre-em-estradas-no-brasil.ghtml](https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/04/23/atencao-animais-na-pista-tecnologia-ia-auxilia-no-salvamento-da-fauna-silvestre-em-estradas-no-brasil.ghtml). Acesso em: 10 de junho de 2024.

Oliveira DA, Pietrafesa JP, Silva Barbalho MG (2008) Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado. *Caminhos de Geografia*, 9(26): 101-114.

Penteado MJF (2012) Área de vida, padrões de deslocamento e seleção de habitat por Pumas (*Puma concolor*) e Jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), em paisagem fragmentada do Estado de São Paulo (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

Pereira SS & Curi RC (2012). Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. *REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade*, 2(4): 35-57.

Poleto, C., & Martinez, L. L. G. (2011). Sedimentos urbanos: ambiente e água. *HOLOS Environment*. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/3053/4205>. Acesso em: 02 de Julho de 2024.

Prado TR, Ferreira AA, Guimarães ZFS (2006) Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(3): 237-241.

Prado Filho JF, Souza MP (2004) O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais: uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 9(4): 343–349.

Primack RB, Rodrigues E (2001) Biologia da conservação. Londrina: Editora Rodrigues, 2001.

Record (2020) Com custo de R\$ 2 bi, Arco Metropolitano está abandonado no RJ. Balanço Geral RJ, Do R7. Disponível em: <https://record.r7.com/balanco-geral-rj/videos/com-custo-de-r-2-bi-arco-metropolitano-esta-abandonado-no-rj-20022023/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

RIMA (2021) Relatório de Impacto Ambiental BR-319/AM – Trecho do Meio Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/portais-tematicos/br-319-am-ro/audiencias-publicas/br319rima_eleitoral_compressed.pdf. Acesso em: 26 de março. de 2024.

RIMA Rodovia SP-294 (2022) Relatório de Impacto Ambiental das Obras de Duplicação da Rodovia SP-294 entre o km 493+350 e o km 685+000. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/earima/rima/RIMA_207_2022-eambiente-68580-2022-47-DUP-ROD-COMANDANTE-JOAO-RIBEIRO-DE-BARROS-SP-294.pdf. Acesso em: 27 de março. de 2024.

RIMA (2010) Relatório de Impacto Ambiental das Obras de implantação e pavimentação da rodovia BR-285 RS/SC- Subtrecho São José dos Ausentes (RS) – Timbé Do Sul (sc) 30,3KM Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/download/meio-ambiente/acoes-e-atividades/estudos-ambientais/br-285-rs-sc-.pdf>. Acesso em: 27 de março. de 2024.

RIMA (2007) (Relatório de Impacto Ambiental do Projeto de Implantação do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/14894880/arco-metropolitano-br-493-rj-109-firjan> Acesso em: 28 de março de 2024.

RIMA (2016) Relatório de Impacto Ambiental Prolongamento do anel viário de campinas (SP-083), entre a Rodovia dos Bandeirantes e a Santos Dumont. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7552015/mod_resource/content/1/Grupo%20F_RIMA_Prolongamento%20Anel%20Vi%C3%A1rio%20Campinas.pdf. Acesso em: 28 de março de 2024.

RIMA (2018) Relatório de Impacto Ambiental de Duplicação Rodovia Rachid Reyes (SP-333)
Trecho Marília/Assis. Disponível em:
https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2018/10/eia-rima-duplicacao-rodovia-dona-leonor-mendes-de-barros-sp-333_entrevias.pdf Acesso em: 28 de março de 2024.

RIMA Contorno Norte (2022) Relatório de Impacto Ambiental da Obra do Contorno Norte de Curitiba – CNC Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2022-08/rima_contorno_norte_de_curitiba.pdf
Acesso em: 29 de março de 2024.

RIMA BR 317/AM (2022) Relatório de Impacto Ambiental da Implantação e Pavimentação da Rodovia BR 317/AM, subtrecho entre Boca do Acre/AM e a divisa AM/AC. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/RIMA-BR-317-AMAZONAS-Final-13.08.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2024.

RIMA (2015) Relatório de Impacto Ambiental do Projeto Avenida Liberdade. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/Rima.pdf> Acesso em: 29 de março de 2024.

RIMA BR-476/PR (2022) Relatório de Impacto Ambiental das Obras de Duplicação e Regularização da Rodovia Federal - BR-476/PR. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2023-02/rima_br_476_final_iat.pdf Acesso em: 29 de março de 2024.

Roussoulières EG (2014) Medidas mitigadoras de atropelamento de fauna na prevenção do dano ambiental e humano: importante ferramenta de gestão ambiental da rodovia BR-040. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Santos Júnior LS, Barata FDB, Silva EF, Santos MS (2016) O atropelamento de fauna e a prática em educação ambiental. In: Santos CS, Rita FS, Barbosa, RA (Org.) Vigilância e Saúde Ambiental: no contexto da educação. Editora Científica: Guarujá, p.147-156.

Silva YGF (2021) Estudo de atropelamento animal no trecho da rodovia BR 101/RJ nas margens do Parque Estadual Cunhambebe, Rio de Janeiro: propostas de medidas preventivas com ênfase em ecologia de estradas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Silverio Neto R, Bento MC, Menezes SJMC, Almeida FS (2015) Caracterização da Cobertura Florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. FLORAM - Revista Floresta e Ambiente, 22: 32-41.

Swenson RF (2015) Levantamento de animais silvestres atropelados nas rodovias do Estado de São Paulo, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Sagrado Coração, Bauru, São Paulo.

Takaki E Y, Júnior M D S M, Figueiredo L H M (2007) Proteção intelectual e análise de mercado da biodiversidade brasileira. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 48(1): 143-160.

Teixeira CM, Schreiner R, Garcia FRM (2011) Insetos mortos em rodovia na região sul do estado do Rio Grande do Sul. XX Congresso de Iniciação Científica. Universidade Federal de Pelotas, Ciências Biológicas; Universidade Federal de Pelotas.

Vassar MPB, Oliveira WRM, Garrido FSRG, Almeida FS (2024) Deficiências constatadas em estudos e relatórios de impacto ambiental no estado do Rio de Janeiro. Caderno Pedagógico (Lajeado. Online) 21: e4106.

Vieira R F, Camillo J, Coradin L (Eds.) (2018) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro-Região Centro-Oeste. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade.

Vieira RLA, Costa CM, Souza HR, Cerqueira LSO (2019) O impacto das rodovias sobre a biodiversidade de fauna silvestre no Brasil. Natureza online, 17(2): 63-75.