# CORREDORES ECOLÓGICOS EM NÍVEL PARA PROTEÇÃO DA FAUNA NAS RODOVIAS BRASILEIRAS - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

## *AT-GRADE ECOLOGICAL CORRIDORS FOR WILDLIFE PROTECTION ON BRAZILIAN HIGHWAYS - A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Tomé Ferreira de Lima Neto [1]; Marcos David dos Santos [2]; Adolpho Guido de Araujo [3].

*[1]Graduado | tfln@poli.br | UPE | Recife, Brasil; [2]Mestre | marcos.david@ufpe.br | UFPE | Recife, Brasil; [3]Doutor | aguia@poli.br | UPE | Recife, Brasil.*

**Resumo:**
O aumento da malha rodoviária, aliado ao crescimento do número e da velocidade dos veículos, tem intensificado os conflitos entre infraestrutura viária e fauna silvestre, resultando em um aumento expressivo de acidentes. Diante disso, torna-se imprescindível a adoção de soluções construtivas que mitiguem esses impactos. Este estudo realizou uma revisão sistemática da literatura, fundamentada na metodologia PRISMA, com o objetivo de identificar, analisar e comparar modelos de passa-fauna, incluindo estruturas inferiores, em nível e passagens arbóreas, aplicáveis ao contexto rodoviário. Foram inicialmente identificadas 52 referências, das quais 21 atenderam aos critérios de elegibilidade. A análise descritiva considerou aspectos técnicos, legais e normativos, com destaque para a aplicação de um modelo de passa-fauna em nível no estado do Pará, Brasil. Como resultado, foi elaborado um framework com as principais vantagens e limitações das soluções existentes, evidenciando os entraves à sua ampla adoção, como custo elevado, complexidade construtiva e necessidade de manutenção contínua. O estudo também propõe melhorias tecnológicas e construtivas voltadas à integração entre a expansão rodoviária e a conservação da biodiversidade.

**Palavras-chave:**
*Revisão da literatura; Passa-fauna; Rodovias; Infraestrutura verde; Sustentabilidade.*

**Abstract:**
The expansion of road networks, combined with the growing number and speed of vehicles, has intensified conflicts between transportation infrastructure and wildlife, leading to a significant rise in accidents. In this context, the adoption of engineering solutions to mitigate these impacts has become essential. This study conducted a systematic literature review based on the PRISMA methodology, aiming to identify, analyze, and compare wildlife crossing models-including underpasses, at-grade crossings, and canopy bridges-applicable to highway contexts. A total of 52 references were initially identified, of which 21 met the eligibility criteria. The descriptive analysis considered technical, legal, and regulatory aspects, with particular emphasis on the implementation of an at-grade wildlife crossing model in the state of Pará, Brazil. As a result, a framework was developed outlining the main advantages and limitations of existing solutions, highlighting the barriers to broader adoption, such as high costs, construction complexity, and the need for continuous maintenance. The study also proposes technological and construction improvements aimed at fostering integration between highway development and biodiversity conservation.

**Keywords:**
*Literature review; Wildlife crossings; Highways; Green infrastructure; Sustainability.*

# 1. INTRODUÇÃO

O modal rodoviário constitui o meio mais flexível de transporte de cargas e pessoas, favorecido pela capilaridade das vias terrestres, pavimentadas ou não, que garantem acessibilidade a diferentes regiões (Rosa, 2010, p.61). Contudo, a expansão acelerada da infraestrutura viária, somada ao aumento no número de veículos e às velocidades praticadas, tem gerado impactos ambientais significativos, especialmente no que se refere aos atropelamentos de fauna silvestre (Seiler & Heldin, 2006, p.166). Tais incidentes resultam em perdas ecológicas, econômicas e sociais, tornando-se um dos principais desafios associados ao desenvolvimento rodoviário.

Além dos impactos sobre a fauna, as obras de implantação e ampliação de rodovias também contribuem para a fragmentação de ecossistemas e o desmatamento de áreas sensíveis, como florestas tropicais (Laurance *et al.*, 2017, p.04). Embora associada ao desenvolvimento socioeconômico de regiões emergentes, a expansão viária intensifica pressões sobre a biodiversidade, promove incêndios e ameaça comunidades tradicionais e indígenas (Laurance *et al.*, 2015, p.261; Ibisch *et al.*, 2016, p.1425).

Diante desse contexto, a pesquisa busca compreender de que forma é possível compatibilizar a evolução da infraestrutura rodoviária com a conservação ambiental, por meio da análise e proposição de soluções construtivas que mitiguem os impactos sobre a fauna e a flora, promovendo maior integração entre sociedade e natureza.

# 2. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1. PROJETOS RODOVIÁRIOS

O modal rodoviário é o meio de transporte mais utilizado e flexível para o deslocamento de cargas e pessoas, caracterizando-se por sua ampla cobertura territorial e acessibilidade. Essa flexibilidade está associada ao uso de veículos sobre rodas em vias terrestres, pavimentadas ou não, o que tem impulsionado o crescimento contínuo das obras rodoviárias no Brasil (Rosa, 2010, p. 61–63).

Apesar de sua importância estratégica, o setor enfrenta desafios que comprometem sua eficiência e rentabilidade, como a infraestrutura precária, a falta de segurança viária e a manutenção inadequada (Curti *et al.*, 2019, p. 9). A consequência desses entraves pode ser observada nos altos índices de acidentes de trânsito, que resultam, globalmente, em aproximadamente 1,35 milhão de mortes por ano, o que torna esse problema a 8ª maior causa de óbito no mundo (OMS, 2018).

### 2.1.1. ACIDENTES RODOVIÁRIOS

Acidentes de trânsito compreendem eventos que envolvem danos materiais ou pessoais relacionados a veículos, pessoas, cargas ou animais (CNT, 2018, p. 41). O aumento da extensão da malha viária, o crescimento da frota veicular e as velocidades elevadas nas estradas intensificam os riscos de acidentes fatais (Seiler & Heldin, 2006, p. 166).

No Brasil, essa tendência é evidenciada por um crescimento de 95,6% na frota de veículos nos últimos dez anos, contrastando com um aumento de apenas 11,3% na extensão da malha rodoviária federal pavimentada no mesmo período (CNT, 2018, p. 9). Entre os principais fatores que contribuem para os acidentes estão a desatenção dos condutores (como o uso do celular), a ingestão de álcool e o desrespeito às normas de trânsito, como ultrapassagens indevidas e excesso de velocidade (IPEA, 2015, p. 26).

De acordo com estudos do IPEA (2014), cerca de 2,2% dos acidentes rodoviários envolvem colisões com animais silvestres, sendo que aproximadamente 60% desses casos resultam em morte.

### 2.1.2. ACIDENTES COM FAUNA

Os atropelamentos de fauna silvestre em rodovias configuram-se como um grave problema ambiental e de segurança viária. Esses acidentes ocorrem quando animais tentam cruzar as

estradas e são atingidos por veículos em movimento, acarretando impactos severos para a biodiversidade e para os usuários das vias.

A mortalidade de animais nas estradas contribui para o declínio populacional de várias espécies, inclusive ameaçadas de extinção, podendo ocasionar a extinção local. Além disso, as rodovias fragmentam habitats naturais, dificultando o deslocamento dos animais em busca de recursos e de parceiros para reprodução. Essa fragmentação leva ao isolamento populacional, redução da diversidade genética e, consequentemente, compromete a sobrevivência a longo prazo das espécies.

Ecologicamente, esses atropelamentos podem desestabilizar cadeias alimentares e afetar o equilíbrio dos ecossistemas, causando efeitos cascata. Do ponto de vista humano, os acidentes com animais de grande porte, como capivaras, cervos e onças, oferecem riscos significativos à integridade física dos motoristas e passageiros, além de gerarem custos elevados com danos materiais, atendimentos médicos e seguros.

Diante disso, torna-se essencial integrar o planejamento rodoviário às rotas migratórias e aos habitats da fauna, por meio do monitoramento contínuo dos atropelamentos e da adoção de medidas corretivas nos pontos críticos.

## 2.2. MEDIDAS MITIGADORAS DE ACIDENTES COM FAUNA NO BRASIL

No contexto brasileiro, destacam-se iniciativas como o programa “Passa Bicho” e o trabalho do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), que desenvolvem ações de monitoramento, sensibilização pública e implantação de estruturas para reduzir os impactos das rodovias sobre a fauna silvestre.

Segundo dados do Sistema Urubu (2023), mantido pelo CBEE, estima-se que aproximadamente 475 milhões de animais silvestres sejam atropelados anualmente nas estradas brasileiras, o equivalente a 17 atropelamentos por segundo, com maior incidência nas regiões Sudeste e Sul do país.

Dentre as medidas mitigadoras, destacam-se:

a) A melhoria da sinalização viária, alertando motoristas sobre a presença de fauna silvestre em áreas críticas;
b) A identificação e intervenção em trechos com alta incidência de atropelamentos;
c) A construção de passagens de fauna (viadutos verdes, túneis, entre outros) acompanhadas de cercas direcionadoras, consideradas as soluções mais eficazes para garantir a segurança da fauna e dos usuários das rodovias (IPEA, 2015, p. 28).

## 2.3. PASSAGENS DE FAUNA

As passagens de fauna, também chamadas de “passa-fauna”, são estruturas especialmente projetadas para permitir a travessia segura de animais silvestres entre fragmentos de habitat separados por rodovias ou ferrovias. Diferentemente de passarelas convencionais, essas estruturas são adaptadas ao comportamento da fauna local, com largura adequada e vegetação nativa implantada, buscando reduzir o efeito de barreira causado pelas vias.

A necessidade de implementação dessas estruturas é geralmente identificada nos estudos de impacto ambiental (EIA), os quais avaliam a fauna local, seus padrões de deslocamento e os riscos associados à fragmentação de habitat. Contudo, sua efetiva implantação enfrenta desafios técnicos e financeiros, como a escolha de materiais adequados, a definição da localização ideal e os custos de manutenção (Menezes, 2012, p. 32).

De acordo com Andreas Kandel, coordenador do Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias da UFRGS (em entrevista para a revista Fauna News em 2020), existem diversos modelos de passagens de fauna que podem ser adotados conforme o contexto local. Os principais são apresentados a seguir:

### 2.3.1. PASSAGEM INFERIOR

Consiste em túneis subterrâneos que permitem a travessia de animais sob a rodovia, geralmente implantados em locais com grande aterro. Variam em dimensão e, quando de menor porte, são popularmente chamadas de “passa-gado”. Trata-se da solução mais comum no Brasil, pela sua simplicidade e custo relativamente baixo.

### 2.3.2. PASSAGEM INFERIOR MULTIUSO

São galerias ou bueiros celulares de grandes dimensões, projetados para atender tanto à fauna terrestre quanto às espécies aquáticas e semiaquáticas que acompanham cursos d’água. Além de permitir a travessia da fauna, mantêm a função original de drenagem. Devem ter largura mínima de 5 metros (preferencialmente acima de 7 m) e altura superior a 2,5 metros (Clevenger, 2001, p. 345). Sua adoção é estratégica pela versatilidade e dupla funcionalidade.

### 2.3.3. PASSAGEM SUPERIOR

Conhecidas como viadutos verdes, essas estruturas são menos comuns devido ao alto custo e complexidade de construção. Com largura entre 40 e 70 metros, são projetadas exclusivamente para a fauna, conectando áreas naturais separadas. São especialmente úteis em rodovias de múltiplas faixas e favorecem a travessia de mamíferos de grande porte, embora também possam ser utilizadas por animais de menor porte (Beckmann *et al.*, 2010, p. 141).

A implantação desse tipo de estrutura ainda encontra resistência por parte de concessionárias e órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), devido ao elevado investimento exigido (Marques, 2020).

### 2.3.4. PASSAGEM NO ESTRATO ARBÓREO

Voltadas para espécies arborícolas e semiarborícolas, essas passagens são compostas por cordas ou cabos de aço que interligam as copas das árvores, permitindo a travessia de pequenos e médios animais em áreas florestais. Representam uma solução de baixo custo e são indicadas para rodovias de pequena largura. As cordas devem ter cerca de 8 cm de diâmetro, espaçadas entre 20 e 30 cm, conectadas por náilon e reforçadas com madeiras transversais (Clevenger, 2001, p. 346).

## 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada baseou-se na diretriz PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), com o objetivo de garantir transparência e rigor nas revisões sistemáticas. A pesquisa bibliográfica foi conduzida em bases de dados reconhecidas, como a Web of Science, e também os Anais dos Congressos da ANTAC, utilizando palavras-chave como: “rodovias”, “corredores ecológicos” e “acidentes com fauna”.

Foram inicialmente identificadas 52 referências. Os critérios de inclusão consideraram: (i) período de publicação, entre janeiro de 2000 e janeiro de 2023; (ii) confiabilidade e qualidade metodológica (artigos revisados por pares, dissertações, anais de eventos científicos); e (iii) idiomas acessíveis (português, inglês e espanhol). Após triagem por título e resumo, foram selecionados 21 estudos relevantes (Figura 1), com foco em colisões entre fauna e veículos, métodos de mitigação e diferentes modelos de passa-fauna e corredores ecológicos.

A análise foi desenvolvida em duas etapas: (1) descrição comparativa dos modelos construtivos e de mitigação identificados na literatura; e (2) estudo de caso sobre a implantação de um passa-fauna em nível no estado do Pará, incluindo análise técnica, normativa e legal. O resultado foi a construção de um framework com as principais vantagens e limitações das alternativas mitigadoras.

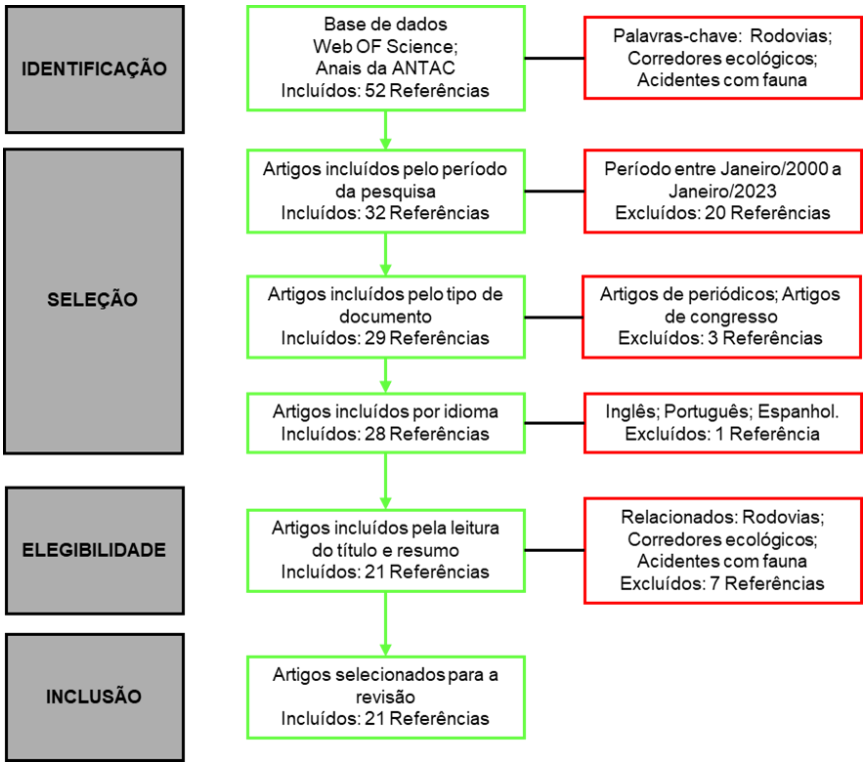


Figura 1: Etapas da metodologia PRISMA.
Fonte: Os autores (2025).

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A concepção de um corredor ecológico demanda um planejamento criterioso, que considere tanto o quadro lógico quanto as linhas temáticas pertinentes. Segundo Brito (2012, p. 122), os principais eixos a serem considerados são:

a) **Uso e ocupação dos recursos naturais**: promover o uso sustentável dos recursos naturais e o ordenamento adequado do solo;
b) **Aspectos socioeconômicos**: melhorar a qualidade de vida das comunidades locais que vivem nas áreas de influência do corredor ecológico;
c) **Conservação e proteção ambiental**: implementar uma gestão ambiental integrada e participativa ao longo do corredor.

### 4.1.1. PASSA-FAUNAS INFERIORES

Para que os passa-faunas sejam eficazes, é indispensável o planejamento e a execução de uma infraestrutura adequada. Isso inclui a instalação de cercas de contenção, sejam metálicas, de concreto ou compostas por vegetação arbustiva, com a função de impedir que os animais acessem diretamente a via, direcionando-os até os pontos de travessia. Os passa-faunas inferiores são fundamentais para garantir esse direcionamento seguro da fauna silvestre, impedindo o acesso à rodovia ou à ferrovia.

### 4.1.2. PASSA-FAUNAS EM NÍVEL

Nos casos de passa-faunas em nível, como viadutos vegetados, a eficácia da travessia aumenta significativamente quando a cobertura vegetal da estrutura apresenta as mesmas características da vegetação do entorno. Essa continuidade ecológica estimula os animais a utilizarem essas passagens de forma natural e segura.

## 4.2. EXECUÇÃO EM CENÁRIO INTERNACIONAL

Viadutos e outras estruturas para travessia de fauna têm sido implementados com sucesso em diversos países há décadas. Na América Latina, a Argentina se destaca como pioneira, enquanto na Europa, países como Alemanha e Holanda são referência na construção de passa-faunas em nível. Nos Estados Unidos e Canadá, parques nacionais também adotam essas estruturas como parte integrante das políticas de conservação.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de passa-faunas construídas em diferentes países até 2020, demonstrando a relevância dessas soluções para a proteção da fauna silvestre em contextos diversos.

| País | Local | Passa-faunas | Km total da rodovia | Distância média entre estruturas |
|---|---|---|---|---|
| **Holanda** | Principal via nacional | 50 estruturas | 3.654 Km | 73,08 Km |
| **Canadá** | Parque nacional Banff | 44 estruturas | 521 Km | 11,84 Km |
| **Alemanha** | Principais vias nacionais | 56 estruturas | - | - |

Tabela 1: Quantidade de passa-faunas no cenário internacional (2020).
Fonte: Marques (2020); Brito (2012); Beckmann (2010); Ibisch (2016); Laurence (2015).

## 4.3. EXECUÇÃO EM CENÁRIO NACIONAL

No Brasil, a implementação de passagens de fauna remonta à década de 1980, mas sua aplicação permanece limitada. A ausência de políticas públicas eficazes e de incentivos à adoção dessas medidas ainda representa um entrave. Apesar disso, estudos apontam que as poucas estruturas implementadas têm contribuído significativamente para a redução de atropelamentos (Oliveira *et al*., 2016, p. 14).

### 4.3.1. MODAL FERROVIÁRIO EM CANAÃ DOS CARAJÁS, PARÁ

Dois passa-faunas em nível foram construídos no ramal ferroviário de 101 km entre a mina da Vale em Canaã dos Carajás e a Estrada de Ferro Carajás, em Parauapebas. A Figura 2 ilustra o primeiro viaduto para travessia de fauna instalado no Brasil.

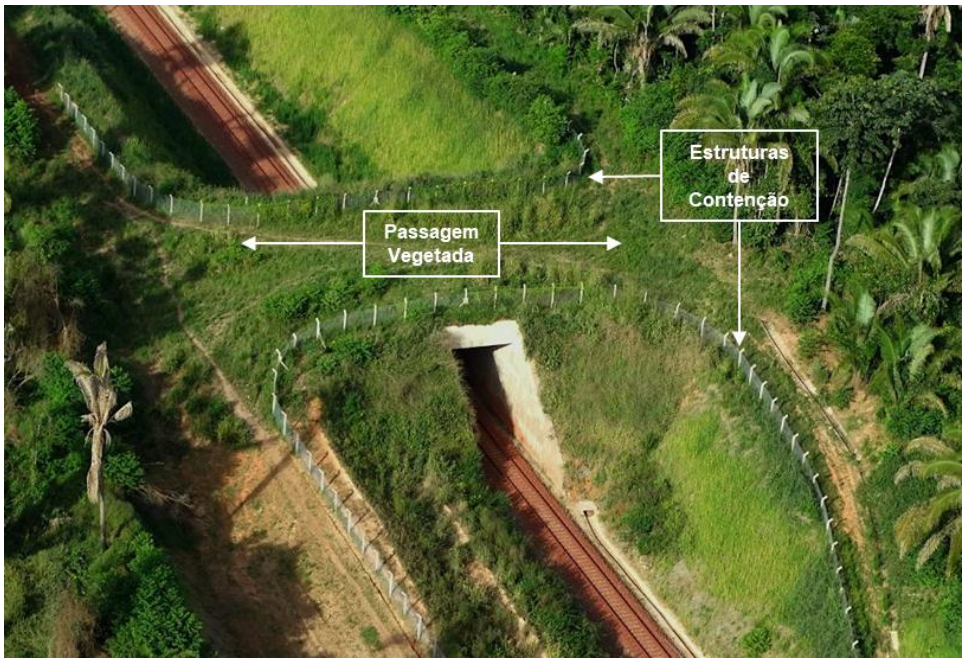


Figura 2: Primeiro viaduto com travessia para fauna no Brasil.
Fonte: Vale/Divulgação (2018).

Segundo o biólogo Rubem Dornas (Marques, 2020), as ferrovias podem representar barreiras ainda mais críticas que rodovias, sobretudo para animais de pequeno porte, que podem morrer por inanição ou estresse térmico ao procurar um ponto de travessia. Para mitigar esse risco, os viadutos

foram cercados por 100 metros de arame galvanizado de cada lado e receberam vegetação arbustiva para impedir o acesso direto à ferrovia.

Essas estruturas foram entregues em 2017, atendendo a exigências do licenciamento ambiental, com base na legislação vigente.

### 4.3.2. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA

A construção de passagens de fauna no Brasil é regida por legislações específicas, como:

a) **Licenciamento ambiental**: exigido por órgãos como o IBAMA e os estaduais, para assegurar medidas mitigadoras eficazes (VALEC, 2018);
b) **Lei Federal nº 12.651/2012**: dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e Áreas de Preservação Permanente (APPs);
c) **Normas técnicas da ABNT**: como NBR 6118/2023 (estruturas de concreto armado), NBR 9050/2020 (acessibilidade) e NBR 14280/2001 (laudos técnicos);
d) **Normas de segurança do trabalho**: NR-18/2022 e NR-35/2023, voltadas à segurança na construção civil;
e) **Resolução CONAMA nº 452/2012**: trata do controle da importação de resíduos perigosos.

## 4.4. EXECUÇÃO FRAMEWORK DE VANTAGENS E DESVANTAGENS

A Figura 3 sintetiza as principais vantagens e desvantagens associadas à implementação dos corredores ecológicos e passa-faunas, facilitando a análise comparativa para tomadas de decisão.

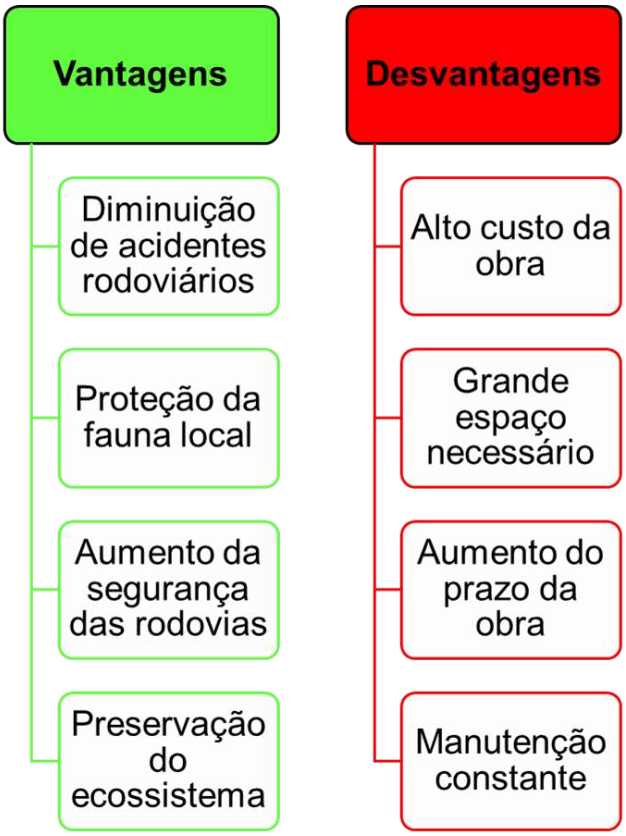


Figura 3: Framework de vantagens e desvantagens.
Fonte: Os autores (2025).

## 4.5. PROPOSTAS DE MELHORIA

### 4.5.1. USO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

O manual do DNIT/IBAMA recomenda o uso de concreto magro e, predominantemente, concreto armado moldado in loco. No entanto, a substituição por concreto pré-moldado pode representar ganhos significativos. Estruturas pré-moldadas são comuns em obras de drenagem e demonstraram reduzir em até 27,2% os custos em comparação ao método tradicional (Brentano, 2010, p. 38), além de diminuírem o tempo de execução em 37 dias, conforme Tabela 2.

| Item | Orçamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Orçamento 01** | **Orçamento 02** | **Orçamento 03** | **Orçamento *in loco*** |
| **Projeto estrutural** | Valor incluso | Valor incluso | Valor incluso | Não possui |
| **Concreto para fundações** | Não possui | Não possui | Valor incluso | Valor incluso |
| **Mão de obra para laje** | Não possui | Valor incluso | Não possui | Valor incluso |
| **EPS para laje** | Não possui | Valor incluso | Não se aplica | Valor incluso |
| **Formas para laje** | Não possui | Valor incluso | Não se aplica | Valor incluso |
| **Capa para laje** | Não possui | Valor incluso | Não possui | Valor incluso |
| **Prazo de entrega** | 90 dias | 90 dias | 90 dias | 127 dias |

Tabela 2: Comparação de serviços entre concreto pré-moldado e *in loco* por orçamento.
Fonte: Massaro (2019, p. 46).

### 4.5.2. ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A incorporação de tecnologias, como armadilhas fotográficas associadas a sistemas de IA, pode oferecer dados em tempo real sobre a efetividade dos passa-faunas. Tais sistemas podem identificar espécies, contabilizar o uso das estruturas e alertar sobre obstruções, como enchentes ou deslizamentos. O uso rotineiro desses dispositivos permitiria o cruzamento com dados de acidentes (DNIT e ANTT), auxiliando na mensuração da eficácia das soluções adotadas.

Contudo, a exposição a umidade constante demanda manutenção frequente, principalmente para preservar o funcionamento das câmeras, conforme destacado por Araújo (2007, p. 655).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1. CONCLUSÃO

O atropelamento de fauna silvestre representa um dos principais impactos da infraestrutura viária, afetando tanto a biodiversidade quanto a segurança de motoristas, além de gerar prejuízos econômicos para a sociedade.

A análise dos dados revelou que a infraestrutura rodoviária brasileira ainda emprega de forma incipiente medidas mitigadoras como os passa-faunas, principalmente em razão de seu custo, tempo de execução e complexidade técnica, mesmo com exigências legais de estudos ambientais prévios.

A eficácia dessas medidas depende não apenas da sua implementação, mas também de sua correta manutenção e monitoramento. Quando bem aplicadas, elas contribuem significativamente para a redução de acidentes e para a conservação da fauna.

Portanto, é fundamental que gestores públicos e privados adotem uma postura mais proativa quanto à gestão ambiental nas rodovias, promovendo a segurança tanto dos usuários quanto dos ecossistemas.

### 5.2. PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Segue as sugestões para trabalhos futuros:

a) Investigar a integração dos corredores ecológicos como sistemas completos, avaliando o alcance e a eficácia combinada dos diferentes tipos de passa-faunas em áreas críticas;
b) Realizar simulações orçamentárias comparando a execução de obras com concreto moldado in loco e concreto pré-moldado, considerando impactos em custos e prazos;

c) Desenvolver estudos de caso sobre a aplicação de tecnologias como armadilhas fotográficas com IA, visando otimizar a coleta de dados e o monitoramento das estruturas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ARAÚJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 3, p. 649–655, 2007. Minas Gerais, 2007.

BECKMANN, J. P.; CLEVENGER, A. P.; HUIJSER, M. P. Safe passages: highways, wildlife and habitat connectivity. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 5, p. 141–142, 2010. Washington, D.C., 2011.

BRENTANO, L. I. **Estudo comparativo de custos para uma estrutura em concreto pré-moldado e moldado in loco**. 2010. 51 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso, 2010.

BRITO, F. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas**. 2. ed. Santa Catarina: Ed. UFSC, 122 p., 2012.

CLEVENGER, A. P.; CHRUNSZCZ, B.; GUNSON, K. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 1, p. 345–346, 2001. Alberta, 2001.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Acidentes rodoviários e a infraestrutura**. 1. ed. Brasília: CNT. p. 9, 41, 2018.

CURTI, F. P.; SILVANO, O. D.; TESSER, C.; GIMENES, A. M. **Modal rodoviário: vantagens e desvantagens no transporte de cargas no Brasil**. Londrina, 2019.

IBISCH, P. L. et al. A global map of roadless areas and their conservation status. **Science**, v. 354, n. 6318, p. 1425, 2016. Krakow, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade**. 1. ed. Brasília: IPEA, p. 26–28, 2015.

LAURANCE, W. F. et al. Road expansion and the fate of Africa's tropical forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 75, p. 4, 2017. Cairns, 2017.

LAURANCE, W. F. et al. Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. **Current Biology**, v. 25, n. 32, p. 261, 2015. Utrecht, 2015.

MASSARO, L. A. P. **Comparação de custos entre estrutura de concreto moldada in loco e pré-fabricada: um estudo de caso**. 2019. 57 p. Monografia (Pós-graduação em Gerenciamento de Obras), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MARQUES, D. **Viadutos para animais silvestres começam a ser implantados no Brasil**. Amazônia, 2020. Disponível em: https://brasil.mongabay.com/2020/10/viadutos-para-animais-silvestres-comecam-a-ser-implantados-no-brasil/. Acesso em: 8 Out. 2024.

OLIVEIRA, P. A. S.; SOUSA, E. F.; SILVA, F. B. Levantamento de animais vertebrados vítimas de atropelamentos em trechos das rodovias MG-223, MG-190 e BR-352. **GETEC**, v. 6, n. 14, p. 141, 2017. Campinas, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Global status report on road safety**. Suíça: OMS, 2018.

ROSA, R. A. **Gestão logística**. 1. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; Brasília: CAPES: UAB, p. 61, 2010.

SEILER, A.; HELLDIN, J. O. Mortality in wildlife due to transportation. In: **The ecology of transportation: managing mobility for the environment**, v. 3, n. 17, p. 165–189, 2006. Dordrecht, 2006.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A. **NGL 5.03.01-16.012**: Norma Geral Ambiental - Gestão dos compromissos ambientais. Brasília: VALEC, 2018.

.