

ESTRADAS MAIS SEGURAS PARA TODOS

NO CAMINHO PARA REDUZIR
AS COLISÕES COM FAUNA



ESTRADAS MAIS SEGURAS PARA TODOS: NO CAMINHO PARA REDUZIR AS COLISÕES COM FAUNA

REVISÃO

M. Tassetto

REALIZAÇÃO

Instituto de Conservação de Animais Silvestres – ICAS

AUTORES

Erica Naomi Saito
Mariana Labão Catapani
Yuri Geraldo Gomes Ribeiro
Andréia Nasser Figueiredo
Débora Regina Yogui
Miriã Ribeiro Costa
Mario Henrique Alves
Douglas Isaias Perx Nunes
Victor Gonçalves de Castro
Fernanda Delborgo Abra
Arnaud Léonard Jean Desbiez

REVISÃO TÉCNICA

Fernanda Abra

ILUSTRAÇÕES DA MASCOTE

Cris Macharete

DIAGRAMAÇÃO E EDITORAÇÃO VISUAL

Audrey Brisseau
Luis Augusto Akasaki



Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

Como citar a obra: SAITO, E. N., CATAPANI, M. L., RIBEIRO, Y. G. G., FIGUEIREDO, A. N., YOGUI, D. R., COSTA, M. R., ALVES, M. H., NUNES, D. I. P., CASTRO, V. G., ABRA, F. D., DESBIEZ, A. L. J. Estradas mais seguras para todos: no caminho para reduzir as colisões com fauna. Campo Grande: Instituto de Conservação de Animais Silvestres, 2022.

Saito, Erica Naomi

S158e

Estradas mais seguras para todos [recurso eletrônico]: no caminho para reduzir as colisões com fauna / Erica Naomi Saito ... [et al.] – Campo Grande: Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS), 2022. 72 f.: il.

Formato e-book
ISBN 978-85-53196-03-6

1. Atropelamento de fauna. 2. Conservação da biodiversidade - MG. 3. Medidas de mitigação. 4. Segurança Viária. I. Catapani, Mariana Labão. II. Ribeiro, Yuri Geraldo Gomes. III. Figueiredo, Andréia Nasser. IV. Yogui, Débora Regina; V. Costa, Miriã Ribeiro. VI. Alves, Mario Henrique. VII. Nunes, Douglas Isaias Perx. VIII. Castro, Victor Gonçalves. IX. Abra, Fernanda Delborgo. X. Desbiez, Arnaud Léonard Jean. II. Título.

CDU: 502.74

Ficha elaborada por Marcos Breno Andrade Leal (CRB-5/2048)

Os direitos autorais das fotografias contidas nesta publicação são de propriedade de seus fotógrafos.
© CAMPO GRANDE, MS, 2022.



O objetivo do *Projeto Bandeiras e Rodovias* é tornar as rodovias mais seguras para as pessoas e os animais.

Neste livro, você vai encontrar o conteúdo da Série Mitigações, documentada por postagens nas nossas redes sociais que mostram ao público as diversas formas de mitigar o impacto das rodovias na vida silvestre.

Neste livro, compartilhamos com vocês um pouco das soluções que acreditamos necessárias para diminuir as colisões veiculares com a fauna e mostramos que *juntos somos mais fortes!*



Confira nossas redes sociais!



SUMÁRIO

EQUIPE.....	8
O QUE É MITIGAÇÃO?.....	12
PORQUE MITIGAR?.....	15
QUEM SÃO OS ENVOLVIDOS NA MITIGAÇÃO?.....	20
O QUE FAZER QUANDO ENCONTRAR UM ANIMAL FERIDO NA PISTA?.....	23
O QUE FAZER PARA EVITAR COLISÕES COM A FAUNA?.....	24
CONSULTANDO E ENVOLVENDO A COMUNIDADE.....	25
PLANO DE MITIGAÇÃO.....	26
PARA ONDE OLHAR? IDENTIFICANDO ONDE MITIGAR.....	28
TIPOS DE MITIGAÇÃO.....	30
MEDIDAS QUE INFLUENCIAM O COMPORTAMENTO DOS ANIMAIS.....	33
CERCAMENTO.....	34
PASSAGEM INFERIOR DE FAUNA.....	36
PASSAGEM SUPERIOR DE FAUNA.....	38
VIADUTOS PARA FAUNA.....	41
VIADUTOS ELEVADOS.....	42
PONTES E PONTILHÕES.....	42
TÚNEIS PARA PEQUENOS ANIMAIS.....	43
APITOS REPELENTES.....	44

REDUTORES DE VELOCIDADE.....	48
SINALIZAÇÕES - PLACAS.....	50
FAIXA DE TRAVESSIA PARA FAUNA.....	52
SISTEMA DE DETECÇÃO ANIMAL.....	52
REFLETORES.....	53
APLICATIVOS PARA SMARTPHONE.....	53
ACÕES DE MANEJO, GERENCIAMENTO E EDUCAÇÃO.....	54
■ Importância da limpeza das vias e remoção de carcaças.....	55
■ Fontes de alimentação na rodovia podem atrair animais, aumentando o risco de colisão.....	56
■ Animais domésticos.....	56
■ Ações de educação ambiental.....	57
■ Precisamos de estudos com mais qualidade.....	57
■ Fortalecimento da governança.....	57
MOBILIZAÇÃO DA SOCIEDADE.....	58
MANUAL DE MITIGAÇÃO.....	62
AGRADECIMENTOS.....	63
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	64





Foto: Alessandra Bertassoni

O **Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS)** é uma organização sem fins lucrativos dedicada à conservação da biodiversidade, cujo objetivo é produzir conhecimentos baseados na ciência para dialogar, influenciar e buscar soluções e estratégias inovadoras a fim de promover a convivência harmoniosa entre as pessoas e a vida silvestre.



Foto: ICAS

O **ICAS** foi criado em 2016 para apoiar projetos de conservação que favoreçam a biodiversidade no Brasil. Hoje, o **ICAS** trabalha principalmente com dois grandes mamíferos ameaçados: o tatu-canastra e o tamanduá-bandeira.

Por meio do **Projeto Bandeiras e Rodovias**, buscamos entender a alta taxa de mortalidade dos tamanduás-bandeira e diminuir as colisões veiculares com fauna nas rodovias e, assim, conquistar estradas mais seguras para os animais e as pessoas.



Foto: ICAS

Nossos estudos mostram que o tamanduá-bandeira está entre as espécies que mais morrem nas rodovias do Cerrado.

Entre 2017 e 2020, nós monitoramos algumas rodovias do Mato Grosso do Sul, que representam apenas 14% das rodovias

asfaltadas do estado. Nesse período, registramos 602 tamanduás mortos devido às colisões, mas estimamos que esse número seja muito maior: 1.641 indivíduos de tamanduá-bandeira morreram por colisões nas rodovias!

Registramos **12.400 animais silvestres acometidos** por colisão veicular! Esse número é subestimado, e as estimativas para a mortalidade total de animais de médio e grande porte nos trechos percorridos podem superar 5.000 animais/ano.

Além do impacto para a fauna, as colisões veiculares com animais silvestres podem causar **danos materiais, psicológicos e físicos para as pessoas**, podendo até provocar óbitos.



Foto: ICAS

"No Mato Grosso do Sul, segundo dados da Polícia Rodoviária Federal, entre 2007 e 2019, tivemos 614 colisões com animais com vítimas humanas fatais ou feridas"

Por isso, **falar em atropelamento mostra uma visão unilateral do problema**. A colisão tem impactos negativos para os dois lados: o lado do animal e o lado do motorista, pois incorre em custos psicológicos e materiais, além do risco à segurança. Assim, para considerar também o lado humano, **preferimos usar o termo colisão**.

Saiba mais em:

www.icasconservation.org.br

EQUIPE

Nós contamos com uma **equipe multidisciplinar**, formada por biólogos, médicos veterinários, engenheiros florestais, jornalistas e economistas, com experiência em diferentes áreas como Ecologia, Conservação, Ecologia de Estradas, Educação Ambiental, Dimensões Humanas e Comunicação Social.



Yuri G. G. Ribeiro
Engenheiro Florestal



Débora Yogui
Médica veterinária



Miriã Ribeiro Costa
Médica veterinária



Audrey Brisseau
Comunicadora



Guto Akasaki
Jornalista & Comunicador



Mariana Catapani
Bióloga & Responsável da Coexistência



Danilo Kluyster
Médico veterinário



Victor Castro
Biólogo / Nobilis



Arnaud Desbiez
Biólogo & Fundador do ICAS



Fernanda Abra
Bióloga / ViaFauna



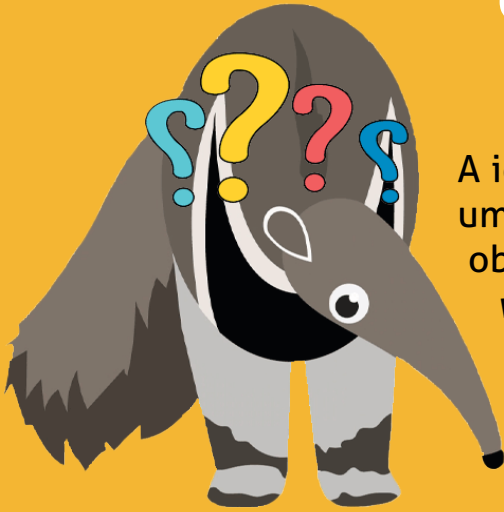
Erica Naomi Saito
Bióloga



Andréia Nasser Figueiredo
Educadora ambiental



COMO SURTIU A IDEIA DESTE LIVRO?



A ideia do livro surgiu a partir da *Série Mitigações*, uma rotina de postagens nas nossas redes sociais. O objetivo do livro é nos ajudar a **compartilhar com vocês** um pouco mais dos nossos estudos e as **soluções** que acreditamos ser necessárias para diminuir a problemática das colisões veiculares com a fauna em rodovias!



O QUE É MITIGAÇÃO?





Foto: Igor Gaidardi Goncalvez Cruz



Mais de **2 milhões** de indivíduos
são atropelados todos os anos no Brasil

Você já parou para pensar no que significa “**mitigação**”? Essa palavra tão utilizada na área da Conservação deve ser analisada para compreendermos seu significado. Mitigação significa, segundo o dicionário *Michaelis*: “Ato ou efeito de mitigar ou de aliviar; conforto, lenitivo, suavização”. Então, quando falamos sobre mitigações, estamos falando das ações pensadas para diminuir ou suavizar os efeitos de um problema. No nosso caso, **o problema são as colisões com a fauna em nossas rodovias e estradas**.

POR QUE MITIGAR?

As estradas e rodovias desempenham um papel-chave no desenvolvimento da sociedade, promovendo a integração e a defesa do território, facilitando o acesso, o escoamento e o transporte de bens e pessoas. No entanto, esses empreendimentos são responsáveis por diversos impactos ambientais como perda de hábitat, poluição do ambiente no entorno da rodovia, diminuição da movimentação de algumas espécies de um lado para o outro da rodovia (efeito barreira) e, principalmente, mortalidade direta nas rodovias devido às colisões veiculares com fauna.

As colisões veiculares com fauna nas rodovias são um problema crônico e grave, com impactos para os animais, as pessoas e a sociedade. Existem várias razões que justificam a **mitigação das colisões**:

Valor **intrínseco** e valores **éticos**: todos os seres vivos têm direito de existir. Por isso, nosso compromisso ético é investir na redução de mortes de pessoas e de animais silvestres.

Conservação da biodiversidade: a mortalidade de animais por atropelamento causa prejuízos na permanência das populações de fauna e nos **serviços ecossistêmicos**.



Foto: ICAS

Você sabia?

Considerando apenas os mamíferos, calcula-se que **mais de 2 milhões de indivíduos são atropelados todos os anos no Brasil** (González-Suárez et al. 2018), e que cerca de 40 mil mamíferos de médio e grande porte são atropelados por ano somente no estado de São Paulo (Abra et al. 2021). No Mato Grosso do Sul, no período entre 2017 e 2019, somente nas rodovias monitoradas pelo Projeto Bandeiras e Rodovias (que representam 14% das rodovias pavimentadas do estado), esse cálculo variou entre 12 mil a 15 mil animais silvestres. Sendo que 40% desses registros foram de animais de médio e grande porte capazes de causar acidentes com danos materiais, como tamanduás-bandeira, capivaras e antas (Ascensão et al. 2021).



Além disso, os animais terrestres ameaçados de extinção são **protegidos por legislação federal** (Portaria nº 444 de 2014 e nº 445 de 2014 do Ministério do Meio Ambiente) e pelos **Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN)**, que são políticas públicas, pactuadas com a sociedade, que identificam e orientam as ações prioritárias para combater as ameaças que põem em risco populações de espécies e seus habitats para assim protegê-los.



Foto: Mario Alves



Danos econômicos e segurança do usuário: a presença de animais na rodovia pode ocasionar diversos tipos de acidentes, especialmente, colisões diretas com os veículos.

Esses acidentes podem provocar danos físicos, morais, materiais e psicológicos às pessoas e causar óbitos

No estado de São Paulo, entre 2003 e 2013, ocorreram 28.724 colisões veiculares com fauna, contabilizando por ano 531 humanos com ferimentos leves, 116 com ferimentos graves e 20 óbitos, totalizando um prejuízo de mais de R\$ 56,5 milhões para a sociedade, incluindo gastos com

remoção do animal, reparo de danos ao veículo, guincho, atendimento às vítimas, entre outros (Abra et al. 2019).

No Mato Grosso do Sul, entre 2013 e 2020, foram registradas 613 carcaças de antas por meio de dados de monitoramento de campo e inserções de mídia sobre atropelamentos.

Ao todo, 77 pessoas ficaram feridas e 28 morreram por causa de acidentes de veículos com antas em diversas rodovias estaduais e federais no estado, segundo dados da INCAB – Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (Medici & Abra, 2019).



Foto: ICAS

Bem-estar animal: uma rodovia por si só já interfere no bem-estar animal devido a diversos impactos, como barreira na movimentação e dispersão, interferência na comunicação entre os indivíduos, separação de grupos familiares, ocorrência de lesões por queimaduras em rodovias pavimentadas e alterações no comportamento do animal. Além de causar fatalidades, a colisão veicular pode deixar

o animal ferido e ainda vivo, agonizando na rodovia ou em áreas adjacentes.

Compromisso, responsabilidade e reputação do empreendedor: A empresa que administra a rodovia é responsável pela segurança operacional e humana. Assim, quando ocorre um acidente envolvendo veículo e animal na rodovia, o sistema jurídico brasileiro responsabiliza, na grande maioria dos casos, a administradora da rodovia, uma vez que esta falhou em prestar um serviço que atendesse às normas de segurança.

No estado de São Paulo, por exemplo, 92% de todas as ações jurídicas movidas contra a administração rodoviária foram julgadas em favor da pessoa que entrou com a ação, garantindo-lhe o direito de indenização compensatória sobre os danos sofridos (Abra et al. 2019).

"Prevenir e mitigar colisões veiculares com fauna é um investimento necessário, urgente e com bom custo-benefício"



Foto: Mario Alves

No Mato Grosso do Sul, o Projeto Bandeiras e Rodovias verificou, por exemplo, que, em comparação com os custos de reparos de veículos, **o custo de cercar a estrada em pontos críticos de mortalidade de animais por colisão veicular é compensado em 9 a 25 anos**, ou seja, um investimento possível e com **retorno garantido para a sociedade e para o meio ambiente** (Ascensão et al. 2021), considerando que o tempo de operação deste tipo de infraestrutura dura por décadas.



UMA SOLUÇÃO PARA SEGURANÇA NAS ESTRADAS

1

**COLISÕES
VEICULARES
COM ANIMAIS
CAUSAM
IMPORTANTES
DANOS**



**4-5
mil**

Animais mortos
anualmente



**R\$9.5
milhões**

Gasto por ano
com reparos
de veículos

Podem
causar danos
aos veículos



40%

Custo médio
por acidente



5 mil

2

**CERCAR A
RODOVIA
PODE TRAZER
BENEFÍCIOS A
CURTO-MÉDIO
PRAZO**



**R\$40
milhões**

Custo para
cercar pontos
estratégicos

Cercas evitam o acesso
de animais e
acidentes



Retorno do
investimento



**9-25
anos**



Com passagens de
fauna, os animais
podem se mover
com segurança

QUEM SÃO OS ENVOLVIDOS NA MITIGAÇÃO?

O processo de mitigação de colisões veiculares com fauna envolve diversas instituições e pessoas. E para a proteção ambiental sair do papel é preciso a colaboração efetiva entre todos



Administradores rodoviários: são os responsáveis por construir e administrar as rodovias, podendo ser empresas privadas (concessionárias) ou órgãos públicos. No nível federal, quem gerencia e opera as rodovias públicas é o **Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT)**, e quem gerencia e opera as concessões é a **Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)**. Eles são responsáveis por gerir todo o processo burocrático que envolve os grandes empreendimentos de infraestrutura viária do país. No nível estadual público, por exemplo, temos a **Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos (AGESUL)**, responsável pelas rodovias estaduais públicas do Mato Grosso do Sul.

Órgãos ambientais licenciadores e fiscalizadores: são aqueles que visam assegurar que o progresso econômico e social ocorra em concordância com o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Eles

verificam se um empreendimento é viável sob a perspectiva ambiental, estabelecendo para o empreendedor as condições para que um determinado projeto seja executado. No nível nacional, temos o **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**, que tem a função de emitir a licença para grandes empreendimentos nacionais. No nível estadual, por exemplo, existe o **Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL)**.

Sociedade e sociedade civil organizada: as pessoas, ONGs, institutos, entre outros, são responsáveis por representar a posição da sociedade tendo em vista os impactos de empreendimentos. Muitas vezes, um órgão governamental não contempla as necessidades públicas, ou mesmo pode desconhecer um determinado problema. O papel de **ONGs e de institutos** (sociedade civil organizada) tem sido chave para que processos relacionados à mitigação ocorram de maneira mais ágil, diminuindo assim o impacto nas rodovias.





Ministério Público: é a instituição responsável pela defesa da ordem jurídica e dos interesses da sociedade. Temos exemplos de mitigações implementadas em rodovias após o julgamento pelo **Ministério Público** de ações contra o administrador da rodovia relativas à mortalidade de fauna na pista.

Pesquisadores e consultores ambientais: são os responsáveis por produzir conhecimento técnico-científico, criar processos inovadores e metodológicos, mas, principalmente, novas formas de avaliar os impactos e de mitigá-los.

Iniciativa privada: representa uma grande variedade de atores, como empreiteiras, empresas vinculadas à construção da rodovia, seguradoras, entre outras. Podemos pensar também em uma zona de influência da rodovia, configurada pelas empresas instaladas em seu entorno que utilizam a via para escoar produtos. A **iniciativa privada** representa sem dúvida um ator complexo e que pode potencialmente contribuir muito para a mitigação de impactos.



Por que precisamos conhecer quem são os envolvidos na mitigação?

Existem muitas outras pessoas e instituições que participam do processo de mitigação de colisões com fauna, como a **Polícia Rodoviária Federal**, a **Polícia Ambiental**, diversas **mídias** etc., e é importante conhecê-las. Entender quem são as instituições e pessoas por trás do processo decisório nos permite agir sobre a implantação de medidas de mitigação necessárias para salvaguardar nossa fauna. Além disso, entender as relações

entre essas instituições ou atores pode motivá-los a ampliar sua colaboração com um **objetivo comum: rodovias mais seguras para todos.**

Um exemplo disso é o workshop que o ICAS vem realizando sobre estratégias para prevenção de colisões veiculares no Mato Grosso do Sul. **Em colaboração com a AGESUL, IMASUL, Universidade, Instituições, empresas e pesquisadores, nós estamos buscando soluções conjuntas para tornar as rodovias do Mato Grosso do Sul mais seguras para os animais e as pessoas.**

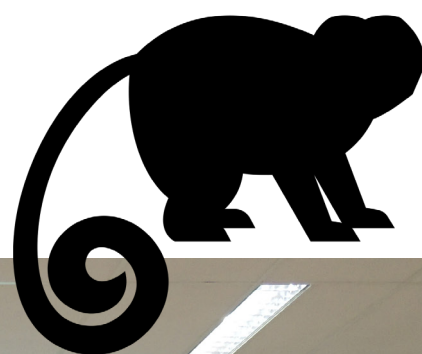


Foto: ICAS



O QUE FAZER QUANDO ENCONTRAR UM ANIMAL FERIDO NA PISTA?

Em algumas colisões, os animais não morrem imediatamente e podem ficar feridos na pista. Nesses casos, algumas ações podem ser realizadas.

O que fazer:



Acione ajuda o **mais rápido possível**. Seu chamado pode ajudar a salvar um animal ferido. Nas rodovias, é possível contar com a ajuda de alguns órgãos responsáveis, que possuem profissionais treinados para o resgate e destinação do animal ferido. São eles: **Polícia Militar Ambiental, empresa concessionária da rodovia, bombeiros e Polícia Federal Rodoviária**.

Seu registro pode auxiliar no planejamento das medidas de mitigação no estado do Mato Grosso do Sul. Tire foto, se possível com a indicação do local, e envie para o Projeto Bandeiras e Rodovias: bandeiraserodovias@gmail.com

O que não fazer:



Em hipótese alguma, **toque ou se aproxime do animal**. Os animais silvestres feridos estão num estado extremo de estresse. Isso pode levá-los ao estado de alerta e a atacar por se sentirem ameaçados, por exemplo, na presença de um humano.

Não leve o animal **para casa, nem para outro lugar**. Transportar animal silvestre sem autorização é crime ambiental e pode colocar sua vida e a vida do animal em risco.

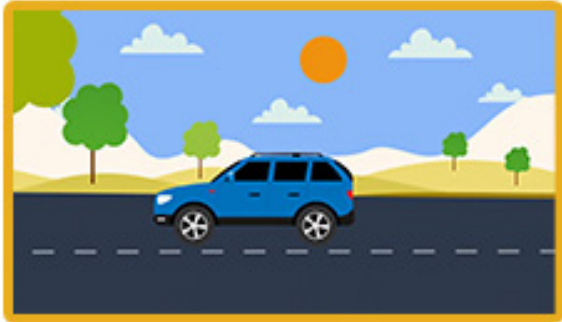
Caso o animal morra, não toque nele. Algumas doenças podem ser transmitidas mesmo após a morte e, para sua saúde e segurança, é melhor não tocá-lo. Além disso, ele pode estar muito ferido e apenas parecer morto. Você pode acionar os órgãos mencionados (**PMA, PRF, concessionária ou bombeiros**) para remoção adequada da carcaça.



O QUE FAZER PARA EVITAR COLISÕES COM A FAUNA?

Você pode adotar algumas ações para reduzir as colisões com os animais e consequentemente os animais feridos!

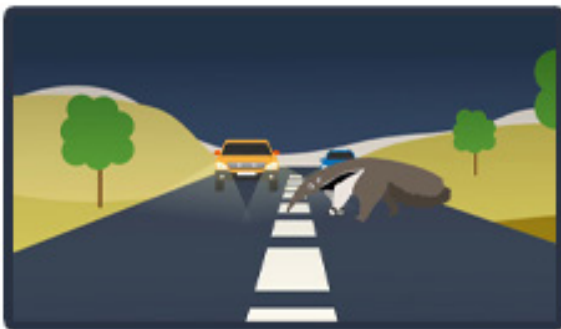
1. Dirigir preferencialmente durante o dia



2. Respeitar a velocidade máxima permitida na rodovia



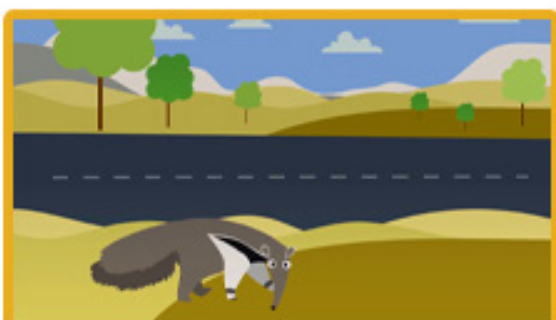
3. Se for parar para o animal atravessar a pista, preste muita atenção no tráfego à frente e atrás. Reduza a velocidade e tente parar o veículo somente no acostamento com o pisca alerta ligado



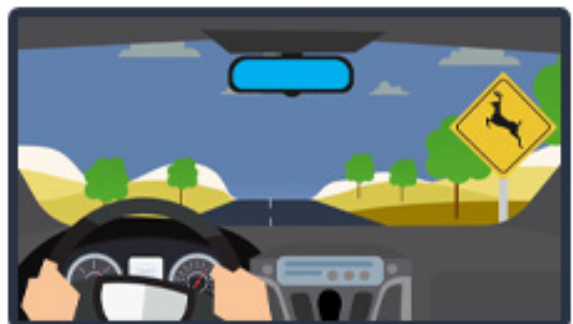
4. Dirija com atenção: Preserve sua vida e a vida dos animais



5. Redobre a atenção ao dirigir por áreas mais conservadas, principalmente em rodovias que cruzam áreas protegidas



6. Esteja sempre atento às sinalizações de travessia de fauna. Elas indicam as áreas onde existe maior chance de encontrar um animal na pista



CONSULTANDO E ENVOLVENDO A COMUNIDADE

O estudo de Impacto Ambiental de rodovias deve estar disponível para consulta pública. Segundo o artigo 225 da Constituição Federal de 1988: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Por isso, de acordo com a legislação ambiental federal, rodovias de grande porte precisam apresentar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que identifique os impactos positivos e negativos do empreendimento e estabeleça alternativas, medidas preventivas e mitigadoras dos impactos ambientais negativos. O EIA e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) devem estar disponíveis para ampla consulta da população. É direito do cidadão se manifestar contra ou a favor de um empreendimento.

A voz das comunidades em empreendimentos rodoviários. Durante o processo de licenciamento ambiental da rodovia, para viabilizar a participação da comunidade, existem mecanismos como audiências públicas, ouvidorias e fóruns de debate. Além disso, a consulta aos povos indígenas, quilombolas e outros grupos é assegurada pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT). No entanto, quando falamos em redução das colisões veiculares com fauna, a população não costuma ser consultada. **Não incluir as comunidades que moram às margens da rodovia (população lindeira) é uma grande falha do processo**, que precisa ser revertida. Afinal, as pessoas desempenham um papel importantíssimo na conservação da biodiversidade.

Cercamentos rompidos por dificultarem o acesso e o trânsito da comunidade lindeira, **placas de sinalização vandalizadas** ou furtadas e caçadores que se aproveitam do maior trânsito de animais em passagens de fauna são situações comuns nas rodovias.

Por isso, a combinação entre inclusão da comunidade lindeira, educação ambiental e fiscalização é **fundamental para a eficiência** das medidas que visam reduzir as colisões veiculares com fauna.



Foto: Beatriz Cecato Dumalakas

PLANO DE MITIGAÇÃO

O Plano de Mitigação é um documento que reúne e organiza as informações relevantes com o **objetivo de reduzir as colisões veiculares com fauna em uma determinada rodovia**. É como se fosse um tutorial com o passo a passo, traçando uma estratégia para reduzir esses impactos. O primeiro passo para isso é realizar um **bom diagnóstico da rodovia e do entorno**

Quanto mais informações disponíveis, maior o nível de certeza na tomada de decisão. Por isso, é necessário investir em monitoramentos de fauna atropelada, conhecimento da paisagem e da fauna associada, distribuição de locais com maior concentração de atropelamentos, locais de maior travessia dos animais etc. Um bom diagnóstico deve ser capaz de responder às seguintes perguntas: Por que mitigar? O que mitigar? Qual grupo-alvo mitigar? Quais medidas estruturais devem ser implantadas? Onde devem ser implantadas e quais as ações necessárias para minimizar as colisões?

Há várias medidas mitigadoras, que devem ser escolhidas de acordo com o impacto a ser mitigado e com o grupo-alvo de animais. Por exemplo: se a prioridade é aumentar a segurança viária, o grupo-alvo é o de animais de médio e grande porte, que podem causar acidentes de trânsito. Nesse sentido, as medidas mais eficientes são o cercamento para impedir o acesso dos animais na rodovia, associado a passagens de fauna subterrâneas para a travessia segura dos animais.

Vale lembrar: não existe uma medida 100% efetiva e as medidas não são igualmente efetivas para todos os grupos de animais. Por isso, deve-se pensar na implantação de um conjunto de diferentes estruturas para beneficiar diferentes espécies.

Não existe receita para a efetividade das medidas. Cada rodovia está inserida num contexto único. Assim, é necessário planejar um conjunto de medidas mitigadoras adequadas à realidade e à fauna local (medidas físicas e ações de manejo).

O plano deve ser exequível, ou seja, viável de ser realizado. Portanto, é essencial que exista um planejamento das ações prioritárias e quando implementá-las, pois não é possível mitigar todos os impactos ao mesmo tempo.



Na ausência de informações quanto aos atropelamentos, o conhecimento dos locais de maior probabilidade de travessias de animais, aliado à análise da paisagem, se torna uma ferramenta adequada para identificar os locais de maior probabilidade de colisões veiculares com fauna.

O mau planejamento das medidas mitigadoras pode:

- Torná-las inefetivas;
- Potencializar o risco de atropelamento, a perda de conectividade de habitats, a erosão, entre outros efeitos indesejados;
- Ser um desperdício de dinheiro.

Não basta implantar medidas de mitigação. Sua eficiência deve ser monitorada para ser continuamente melhorada.

Após o planejamento e a implementação do Plano de Mitigação, é necessário que as estruturas sejam monitoradas para avaliar o funcionamento e a utilização pela fauna, e, assim, realizar melhorias frequentes. Estudos sobre a efetividade das medidas mitigadoras são extremamente escassos no Brasil. Precisamos de acompanhamento na pré e na pós-instalação de medidas mitigadoras, além de monitoramentos de longa duração das populações focais.

Além disso, como já citamos antes, o envolvimento da comunidade às margens da rodovia é fundamental durante o planejamento, implantação e o funcionamento das medidas de mitigação. Ressaltamos a importância da união entre diferentes instituições em prol de um bem comum: com colaboração e vontade política é possível obter a informação necessária e colocar o conhecimento em prática, para construir **estradas mais seguras para todos!**



PARA ONDE OLHAR? IDENTIFICANDO ONDE MITIGAR



Quando pensamos em mortalidade de animais em nossas rodovias, podemos sempre pensar em padrões espaciais. Ou seja, fatores espaciais influenciam a localização e distribuição das colisões veiculares. A partir de monitoramentos ou outras informações sobre o espaço em determinadas regiões, podemos entender onde há maior risco de colisões veiculares.

Para conhecer **a melhor localização para a implantação de uma medida de mitigação**, devemos identificar as características dos arredores da rodovia. Chamamos essas características de **fatores da paisagem**. É muito importante entender como são os locais por onde a rodovia passa. É possível, por exemplo, que uma rodovia intercepte grandes fragmentos florestais, Unidades de Conservação, áreas úmidas etc. Geralmente, essas áreas abrigam grande parte da fauna, por isso, apresentam maior probabilidade de colisão com os animais.

Em algumas rodovias, existem dados disponíveis da mortalidade de fauna, com as espécies atingidas e a localização de cada carcaça. Nesse caso, é muito comum realizar uma análise de agregação espacial, que mostrará se existem locais com maior concentração de acidentes com fauna, determinando os trechos prioritários para mitigar (conhecidos como *hotspots*). Antes de realizar essa análise, é preciso **decidir quais espécies serão consideradas como prioritárias**, pois um trecho pode ser crítico para uma espécie e não ser para outra. Normalmente, consideram-se dois grandes grupos para essa análise: animais de porte médio ou grande (com o objetivo de segurança viária); e/ou animais ameaçados de extinção (com o objetivo de conservação)

Vale lembrar que, quanto mais dados confiáveis houver de uma rodovia, mais confiável será a análise. Nesse cenário, entre outros fatores, é necessário que a identificação das espécies esteja correta, a localização esteja registrada e o monitoramento seja de longo prazo, uma vez que os *hotspots* podem variar aleatoriamente, sazonalmente ou de acordo com mudanças da paisagem do entorno da rodovia, sendo **fundamental identificar quais hotspots são mais regulares**.

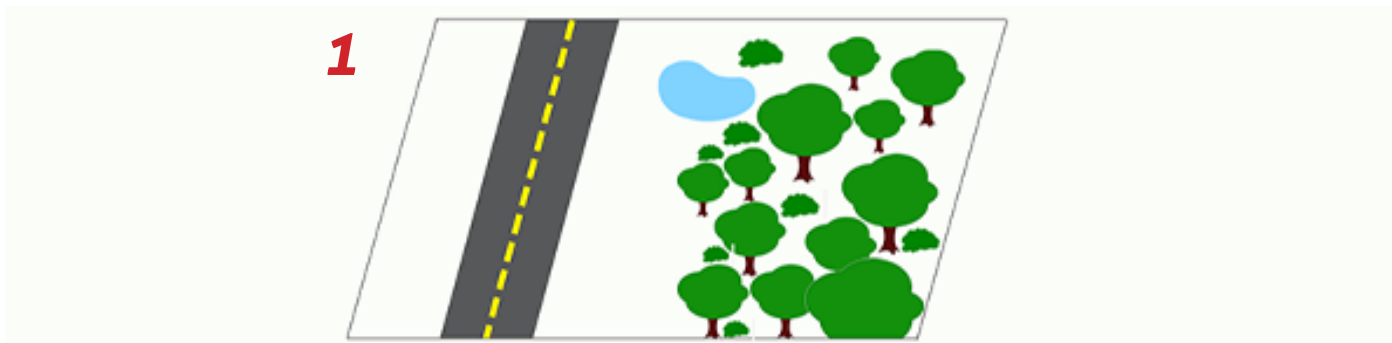
Quando se decide implantar uma medida de mitigação, é necessário determinar o local mais adequado para isso e com a melhor precisão possível, o que representa um grande desafio para técnicos e especialistas. A má alocação

pode tornar a medida ineficiente e gerar perda de recursos que poderiam contribuir para a proteção real da fauna.

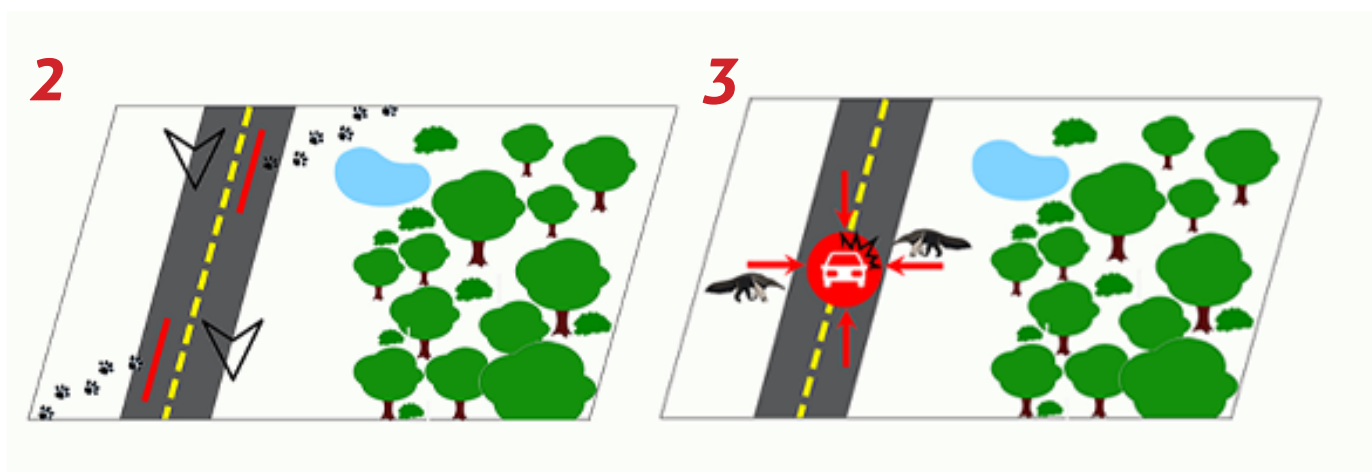
Entretanto, mesmo quando as decisões são baseadas em conhecimentos científicos, estamos sujeitos ao que chamamos de incerteza científica, ou seja, a margem de incerteza envolvida em um resultado. Quando analisamos espacialmente o melhor lugar para colocar uma medida de mitigação, estamos pensando em determinar o local que comporte **o melhor custo-benefício entre redução de colisões e retorno de investimento**.

Existem várias abordagens para tomar a decisão mais acertada para cada realidade com a ação de mitigação. Apenas para citar um modelo de organização em desenvolvimento por nossa equipe: consideramos três níveis de certeza.

1. Quando não sabemos absolutamente nada sobre a fauna de um determinado local, só podemos considerar fatores da paisagem para tomar decisões, como áreas de florestas, Unidades de Conservação etc.



2. Quando **temos algumas informações sobre a fauna**, mas estas não são precisas. Nesse caso, podemos nos basear em previsões estatísticas ou mesmo em dados de colisões que não foram devidamente analisados ou tratados, revelando a necessidade de mais estudos.



3. Quando **temos dados de colisão confiáveis** e conseguimos realizar análises robustas. A partir da agregação espacial destes dados, conseguimos determinar com mais segurança onde as medidas de mitigação podem ser colocadas. Mesmo neste caso, devemos estar atentos, porque mudanças ao redor da rodovia podem alterar também a localização destes trechos.

TIPOS DE MITIGAÇÃO

Uma série de medidas têm sido propostas em vários países para tentar reduzir as colisões veiculares com fauna em rodovias. Há **diversas medidas de mitigações** já descritas e elas geralmente são divididas em **duas categorias** principais: as que visam influenciar o comportamento do **animal** e as que visam influenciar o comportamento do **motorista**. Na tabela abaixo, temos alguns exemplos.



1. Medidas que visam influenciar o comportamento do animal	2. Medidas que visam influenciar o comportamento do motorista
<ul style="list-style-type: none">▶ Cercamentos▶ Passagens inferiores de fauna▶ Passagens superiores de fauna▶ Bueiros adaptados▶ Viadutos para fauna▶ Viadutos, elevados, pontes e pontilhões▶ Túneis para pequeno animais▶ Apitos repelentes	<ul style="list-style-type: none">▶ Redutores de velocidade▶ Sinalizações nas rodovias▶ Faixa de travessia para fauna▶ Sistemas de detecção animal▶ Refletores▶ Aplicativos de smartphone

A seguir, apresentamos algumas das mais de 40 medidas de mitigação existentes. Essas medidas variam bastante em termos de **custo**, de **complexidade** e de **efetividade**. As mais efetivas são aquelas que influenciam no comportamento animal, como os cercamentos. No entanto, muitas vezes, acabam sendo as menos utilizadas.

Nos próximos itens, apresentamos informações sobre a efetividade de algumas medidas e como devem ser implementadas.

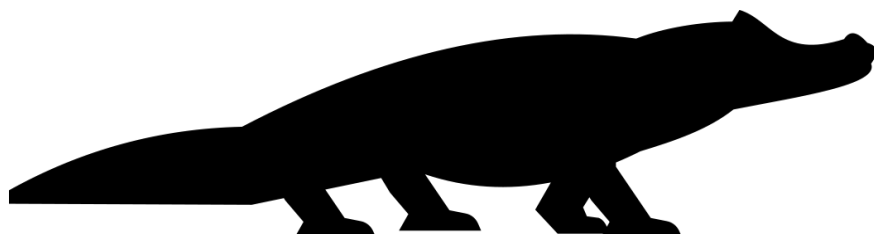
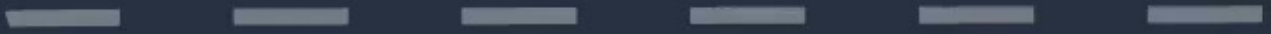




Foto: ICAS



1.





MEDIDAS QUE INFLUENCIAM O COMPORTAMENTO DOS ANIMAIS



CERCAMENTO

As cercas são estruturas instaladas entre a rodovia e o ambiente do entorno de forma a impedir o acesso dos animais à pista de rodagem e conduzi-los às estruturas de travessia segura.



Foto: Caroline Zank

No entanto, o cercamento sem a associação com **passagens de fauna** não é recomendado, pois pode aumentar o isolamento populacional, exceto quando a probabilidade de mortes na rodovia é muito alta. As cercas precisam ser instaladas em **ambos os lados da rodovia e devem ter altura e malhas adequadas para a fauna que está sendo protegida**. Além disso, devem ser **enterradas** para evitar que animais escavem por baixo delas para transpor a pista e ser construídas longe de arbustos ou outras estruturas que facilitem a transposição.

Qualquer tipo de cerca é eficiente para reduzir as colisões com fauna nas estradas?

O Brasil é o país **mais diverso do mundo em espécies de animais** de diferentes tamanhos e comportamentos. Um exemplo disso é o fato

de veados serem bons saltadores, quatis, bons escaladores e tatus, bons cavadores, havendo outros animais com essas características.

As cercas têm papel fundamental na mitigação, porém é difícil pensar em um design de cerca que seja compatível com todas as espécies.

Um grande desafio do design de cercas é evitar a passagem de espécies escaladoras. Para isso, utilizam-se materiais com superfícies lisas e/ou a parte superior frouxa, pendida ou arqueada, para dificultar a transposição desses animais.

Em razão dessas adequações, para cada rodovia, é necessário que as estruturas sejam apropriadas ao grupo-alvo selecionado para mitigação. Além do design, a extensão da cerca deve ser a que melhor atenda ao grupo-

alvo. Cercas longas normalmente são mais eficientes em reduzir a mortalidade de fauna do que cercas curtas.

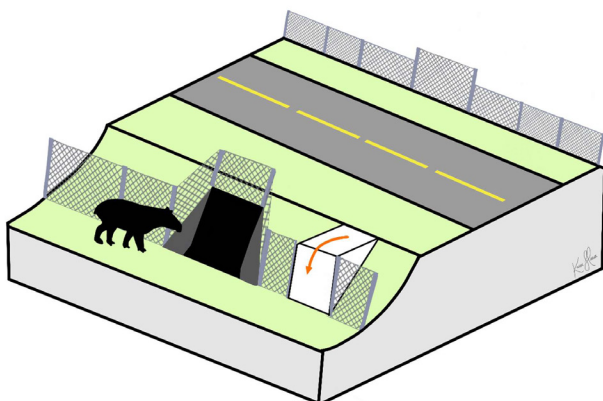
Dessa forma, é fundamental conhecer a ecologia da espécie que seja o alvo do plano de mitigação. Qual é o comportamento dela? Qual é o tamanho da área de vida, quais são as distâncias máximas percorridas pelos indivíduos?

Vale lembrar que as cercas devem contemplar estruturas que permitam o escape de animais que venham a transpor a barreira, para que não

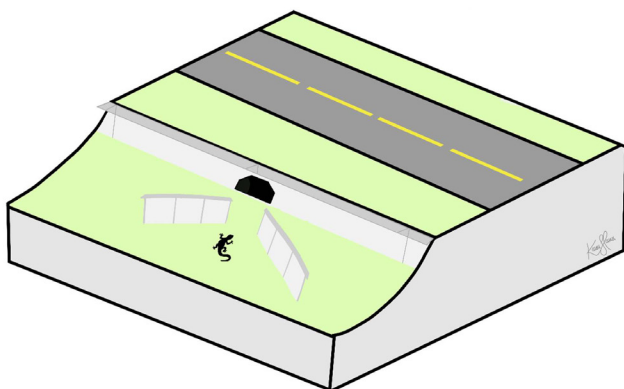
fiquem presos na rodovia. Por fim, é necessária a manutenção constante dos cercamentos.



▼ Cercamento para animais de médio e grande porte*



▼ Cercamento para animais de pequeno porte*



Problemas associados ao cercamento:

- ▶ Animais podem *escalar* a cerca se esta não tiver altura, material e *design* adequados.
- ▶ Animais podem *atravessar* a cerca e *ficarem presos* na pista, aumentando o risco de atropelamento.
- ▶ Animais podem *escavar* e *danificar* a cerca.
- ▶ Animais podem ficar *emaranhados* na cerca.
- ▶ *Falta de manutenção* da cerca pode torná-la ineficiente, até mesmo virando lixo na paisagem.
- ▶ Se não estiver *associadas a passagens de fauna*, a cerca pode se tornar uma barreira para a movimentação e as populações podem ficar *isoladas*.
- ▶ *Por essas razões, é preciso fazer um bom planejamento e a instalação adequada das cercas.*

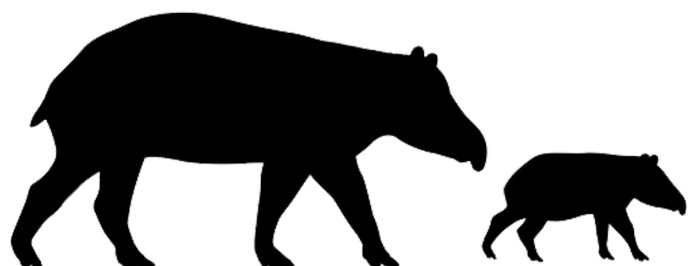
PASSAGEM INFERIOR DE FAUNA

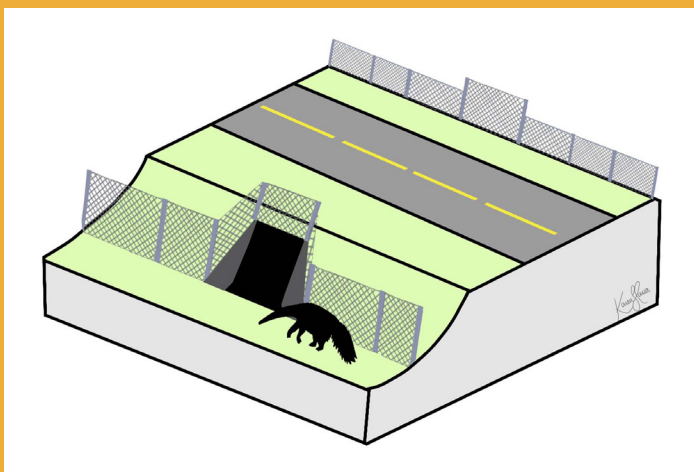
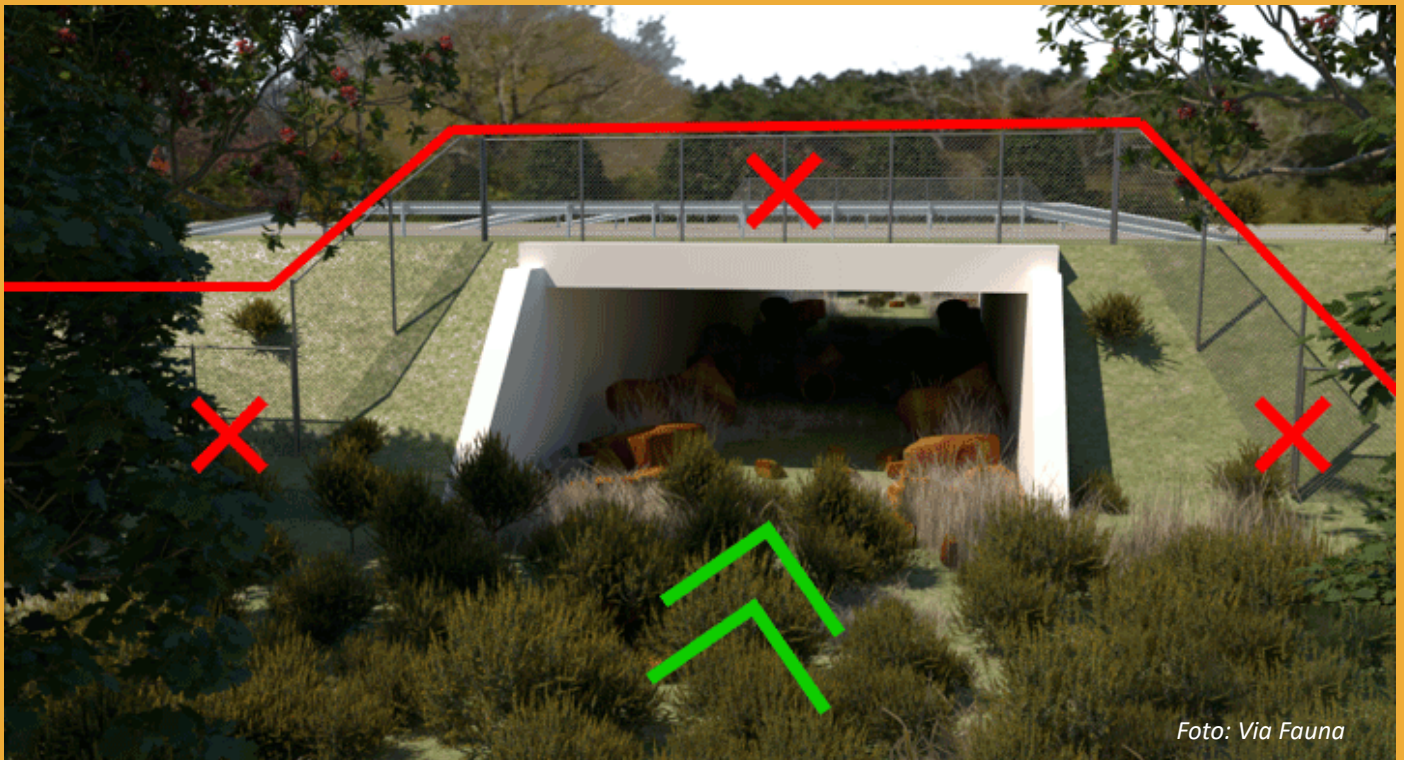
Passagens inferiores de fauna são estruturas especialmente projetadas para a travessia de fauna sob a rodovia, podendo ser secas ou mistas, dependendo das características dos animais do grupo-alvo



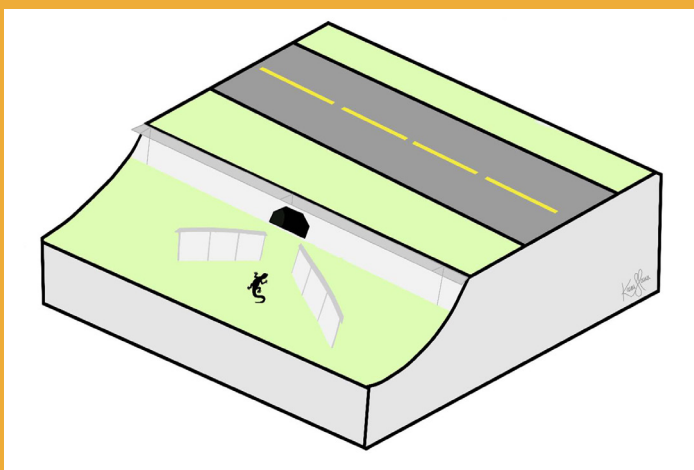
Esses dispositivos têm a função de conectar os dois lados da rodovia, garantido a passagem de uma variedade de espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Por essa razão, o tamanho da estrutura deve variar de acordo com os grupos-alvo. Para garantir a efetividade dos vários tipos de passagem de fauna, o cercamento torna-se uma ferramenta importante, agindo como barreira de acesso dos animais para a rodovia e de guia para conduzir a fauna até as passagens.

A combinação de passagens de fauna com cercamento tem se mostrado uma das medidas mais eficientes para mitigar a colisão veicular com fauna, com grande capacidade de reduzir a mortalidade de mamíferos de grande porte





► Passagem inferior de fauna de médio e grande porte*



► Passagem inferior de fauna de pequeno porte ou criação de micro-habitat para animais pequenos em estruturas maiores*

*Essas ilustrações foram retiradas do Manual de Orientações Técnicas para Mitigação de Colisões Veiculares com Fauna Silvestre nas Rodovias Estaduais do Mato Grosso do Sul.

PASSAGEM SUPERIOR DE FAUNA

Também chamadas de passagens aéreas de fauna ou pontes de dossel, as passagens superiores de fauna são estruturas eficazes para mitigar a fragmentação de ambientes interceptados por estradas e rodovias

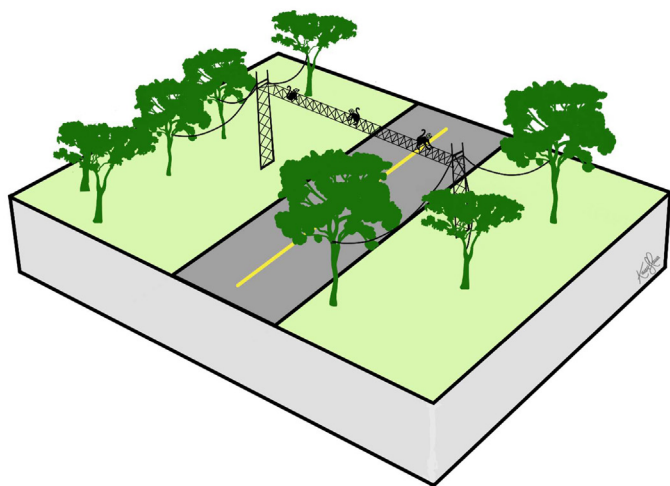
Essas passagens permitem a travessia segura de animais arborícolas, que vivem em árvores, e escaladores, que podem viver tanto no estrato arbóreo quanto no chão, como macacos, preguiças, gambás, cuícas e porcos-espinho.

Essas passagens podem ser naturais ou artificiais, construídas para conectar a copa das árvores em cada lado da rodovia.

Quando são construídas, as estruturas ficam suspensas sobre a pista. Geralmente, são feitas com cabos de aço ou cordas, podendo ter design simples no formato de pontes e escadas ou mais complexos, utilizando redes e tubos para proteção contra predadores e camuflagem.

A estrutura pode ser ancorada em árvores, mas deve ser preferencialmente fixada em dispositivos permanentes como postes colocados especificamente para este fim. Um fator importante é a estabilidade, para impedir que a passagem torça e provoque a queda do animal.

Assim, as passagens aéreas de fauna podem reduzir as mortes por colisão veicular nas estradas, evitando também acidentes em redes elétricas e ataques por cães, sendo uma importante estratégia de mitigação de impactos.



▼ Passagem superior de fauna*



**Ilustração retiradas do Manual de Orientações Técnicas para Mitigação de Colisões Veiculares com Fauna Silvestre nas Rodovias Estaduais do Mato Grosso do Sul.*



Foto: Danilo César Adão de Macedo



Foto: ViaFAUNA/Fábio Ferrão



Fotos: Luis Thiago de Jesus

VIADUTOS PARA FAUNA

Os viadutos vegetados de fauna são estruturas construídas sobre as rodovias e ferrovias para manter a conectividade dos habitats, servindo tanto como passagem de fauna como habitat intermediário para pequenas espécies.

Os viadutos podem ser uma opção eficiente para algumas espécies, pois não são todos os animais que utilizam passagens de fauna superiores e inferiores. O ruído, as dimensões, a falta de luminosidade, a exposição a predadores, entre outros fatores podem afastar os animais das passagens de fauna. Por isso, os viadutos são bem aceitos pelas espécies, uma vez que dão menor sensação de confinamento, são mais silenciosos e mantêm as condições ambientais de precipitação e temperatura, atendendo assim às diferentes exigências ecológicas de diversos animais.

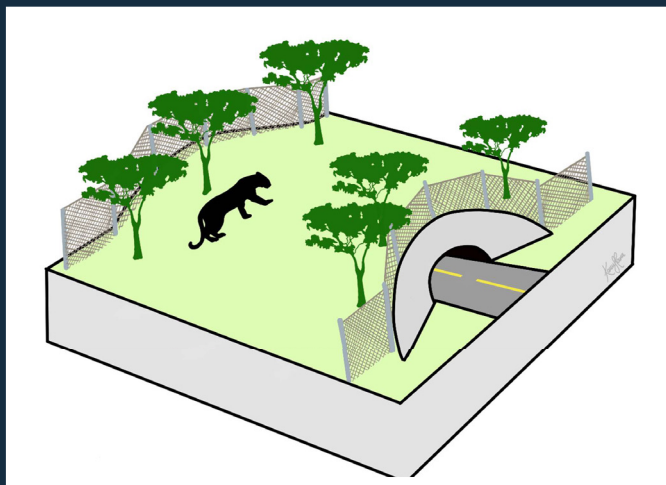
Sua grande desvantagem, contudo, está relacionada ao alto custo de instalação. Por isso, são construídos em contextos bastante específicos, em geral quando a implantação da rodovia envolve corte do relevo, passando por morros.

Os viadutos de fauna são mais encontrados em países da Europa e da América do Norte, sendo mais raros no Brasil. O primeiro viaduto de fauna foi instalado em 2017 num trecho da ferrovia de Carajás. Em 2018, iniciou-se a construção do primeiro viaduto vegetado na BR-101, no Rio de Janeiro, com o intuito de minimizar o impacto do isolamento ambiental e de atropelamentos, especialmente de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*). Em São Paulo, outro viaduto vegetado foi construído na SP-99 (rodovia dos Tamoios), que liga São José dos Campos a Caraguatatuba. E em Santa Catarina, existe o projeto de viaduto vegetado a ser implantado na BR-280. Espera-se que iniciativas como essas sejam cada vez mais abundantes no Brasil.

É importante que os viadutos vegetados de fauna:

- ▶ Apresentem tipos *diferentes* de vegetação, combinando cobertura herbácea, arbustiva e arbórea para estimular a utilização por uma maior variedade de animais
- ▶ Mantenham as *características dos ambientes* presentes em ambos os lados da rodovia
- ▶ Sejam construídos em local com *pouca interferência humana*
 - ▶ Sejam instaladas *cercas para impedir o acesso da fauna à pista* e para direcionar a travessia para o viaduto, aumentando assim a sua efetividade

▼ Viaduto vegetado para fauna*



*Ilustração retiradas do Manual de Orientações Técnicas para Mitigação de Colisões Veiculares com Fauna Silvestre nas Rodovias Estaduais do Mato Grosso do Sul.

VIADUTOS ELEVADOS PONTES E PONTILHÕES

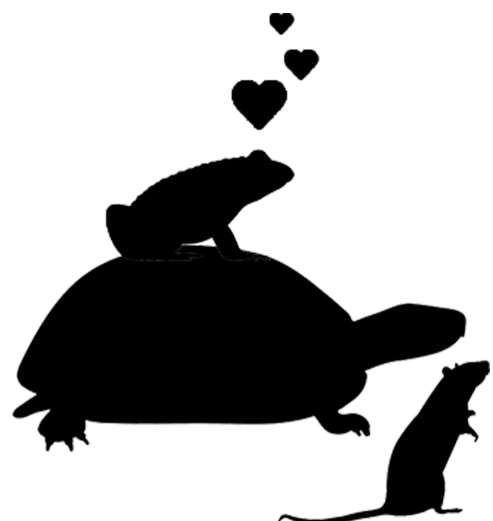
Viadutos, elevados, pontes e pontilhões são estruturas que não possuem a finalidade inicial para travessia de fauna, contudo, oferecem a vantagem adicional de permitir a conectividade do ambiente e a travessia de diversos grupos de animais aquáticos, semiaquáticos e terrestres.



Foto: Helio Secco

Em geral, do ponto de vista ambiental, são preferenciais aos aterros, pois interferem minimamente no hábitat: conservam os ambientes aquáticos e, com eventuais adaptações, propiciam excelentes corredores para a fauna terrestre. Além disso, em ambientes alagáveis são mais econômicos em médio e longo prazo quando se consideram os custos relativos à manutenção e reposição de bueiros e terraplanagem, manutenção de veículos trafegando na rodovia frequentemente

deteriorada devido aos alagamentos, custos dos acidentes provocados pela falta de manutenção contínua, trafegabilidade prejudicada, perda de negócios por atrasos no transporte de mercadorias, entre outros.





Você sabia?

Bhardwaj e colaboradores (2017) estudaram as rotas de voo de 12 espécies de morcegos insetívoros da Austrália, concluindo que as espécies utilizam mais a vegetação do que a rodovia e preferem cruzar as rodovias mais pelas pontes do que por bueiros, sugerindo que as pontes diminuem o efeito barreira da rodovia.



TÚNEIS PARA PEQUENOS ANIMAIS

Esses túneis são passagens inferiores especiais para animais como sapos, cobras, lagartos e pequenos roedores, que tendem a utilizar com mais frequência estruturas menores para cruzar a pista, provavelmente por oferecerem maior abrigo e segurança contra predadores.



Foto: Caroline Zank

As cercas para animais de pequeno porte, associadas a túneis inferiores para travessia e a um sistema de escape, são uma boa forma de garantir a diminuição da mortalidade por atropelamento. As cercas devem possuir características que dificultem a escalada pelos animais, e ser enterradas no solo para evitar que um animal escave e fuja para a pista. O modelo da cerca deve permitir que um animal na pista consiga fugir para as margens, mas não consiga voltar para a rodovia.

As medidas de mitigação da mortalidade de animais de pequeno porte em rodovias são mais comuns em países como Estados Unidos, Canadá, França e Nova Zelândia. No Brasil, recentemente foi instalado um sistema de cercamento e túnel para herpetofauna na Rota do Sol, que liga a Serra Gaúcha ao litoral, mas

é preciso que iniciativas como esta sejam cada vez mais replicadas nas rodovias do Brasil.

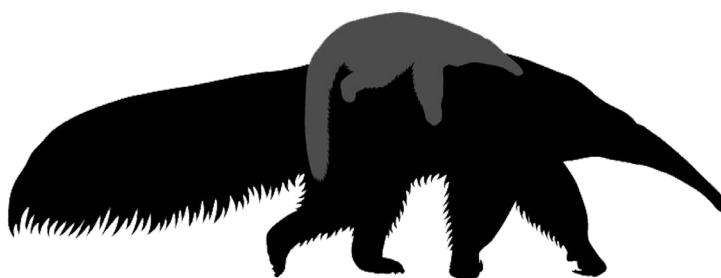
Para uma maior efetividade, vale lembrar que esses túneis devem:

- ▶ Ser instalados **em áreas de alta mortalidade** por atropelamento na rodovia
- ▶ Ser instalados em **locais de reprodução, dispersão e migração**
- ▶ Manter a **umidade e temperatura** do ambiente
- ▶ Conter **aberturas** para entrada de luz



APITOS REPELENTES

Apesar de serem novidade no Brasil, esses dispositivos já foram exaustivamente testados em países como Estados Unidos e Canadá. Apitos são uma medida muito barata, pois se trata de um aparelho plástico ou metálico que, acoplado ao veículo, gera um ruído de frequência variada. Teoricamente, esse ruído tem a função de repelir o animal que esteja próximo da rodovia e o desencoraja a atravessar quando o veículo estiver se deslocando. Infelizmente, há duas razões para não utilizar essa medida de mitigação do nosso cardápio: **(1)** as diferentes espécies ouvem em frequências diferentes; **(2)** os animais podem se adaptar facilmente a esse tipo de ruído.





*Viaduto de fauna em Brisbane na Austrália
Foto: Mauro Tolentino*

2. MEDIDAS QUE INFLUENCIAM O COMPORTAMENTO DOS MOTORISTAS





REDUTORES DE VELOCIDADE

Reduzir a velocidade é uma das medidas para diminuir acidentes na pista e o número de colisões veiculares com fauna. A velocidade reduzida oferece maior margem de tempo para o motorista perceber o animal e evitar a colisão, além de possibilitar que o animal perceba o veículo e consiga se afastar a tempo

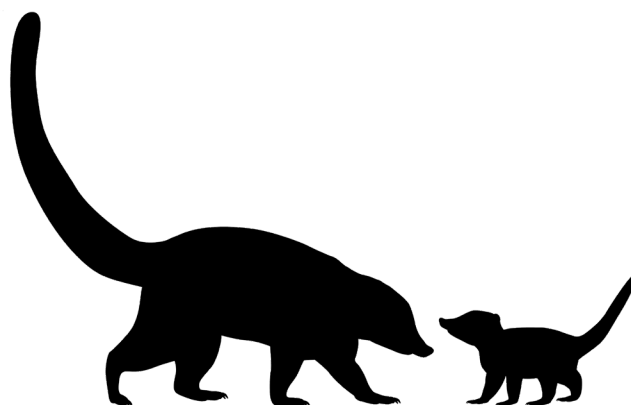
No Brasil, existem vários tipos de redutores de velocidade como **sinalização, lombadas, sonorizadores, radares**, entre outros. No entanto, a implantação de redutores de velocidade nas vias públicas depende de autorização expressa da autoridade de trânsito responsável pela via. As estruturas não podem ser implantadas deliberadamente sem a aprovação do departamento de trânsito municipal, estadual ou federal. A legislação prevê multa para quem coloca lombadas sem permissão. O responsável pelo quebra-molas irregular, se identificado, ainda poderá ser punido criminalmente por danos materiais e/ou por homicídio.

Os redutores têm diversas limitações, como **pouca efetividade em trechos longos, risco de causar acidentes, rejeição pública e danos aos veículos se mal implantados**. Além disso, mesmo com a velocidade reduzida, às vezes, é impossível evitar uma colisão, visto que um animal pode cruzar a pista repentinamente.

Por não haver fiscalização ou algum tipo de punição, muitos motoristas acabam não respeitando a velocidade máxima permitida na via. O controle de velocidade pode ser obtido através de **radares ou lombadas eletrônicas**, principalmente nas áreas com maior frequência de acidentes.

Contudo, o efeito dos radares é local. Um estudo indicou que a velocidade é diminuída pouco antes do equipamento (a 500 m) e rapidamente restabelecida após o radar

(depois de 250 m). Os radares podem ser adequados nos períodos com **maior probabilidade** de colisões, como durante a noite, ou em trechos de rodovias que cortam Unidades de Conservação com **problemas de atropelamentos bastante pontuais**.



" É importante destacar que uma redução de 20% na velocidade pode representar uma diminuição de até 50% nas fatalidades com animais na pista"

(Hobday & Minstrell 2008)



Fotos: Beatriz Cecato Dumalakas

SINALIZAÇÕES - PLACAS

Placas de alerta de vida silvestre são a forma mais usada e difundida de mitigação de colisões veiculares com fauna em rodovias.

Elas são um tipo de **comunicação visual** que tem o objetivo de **alertar os motoristas** sobre a possibilidade de animais na via, alertando-os a ficarem mais atentos e/ou a reduzirem sua velocidade. Mas será que são efetivas para reduzir as colisões? São poucos os estudos que avaliaram sua efetividade e os existentes indicam **uma mudança mínima no comportamento do motorista**.

O principal problema é que essas sinalizações não são específicas no tempo e no espaço, ou seja, o motorista não sabe onde e quando o animal irá atravessar.

Apesar disso, estudos anteriores já mostraram que a localização, o modelo e o tipo de mensagem podem influenciar a probabilidade

de uma resposta mais apropriada do motorista, com o **potencial de reduzir** a incidência e severidade das colisões.

Um dos objetivos do Projeto Bandeiras e Rodovias é **comparar a efetividade de diferentes placas e estudar formas de melhorar essas sinalizações** através de pesquisa aplicada envolvendo as áreas de Psicologia Cognitiva, Segurança no trânsito, Marketing e Comunicação social.

Além disso, é importante realizar a manutenção de placas, que podem ser **vandalizadas** ou ficar **escondidas** atrás da vegetação.



Foto: ICAS



Foto: ICAS



Foto: ICAS



Foto: Beatriz Cecato Dumalokas



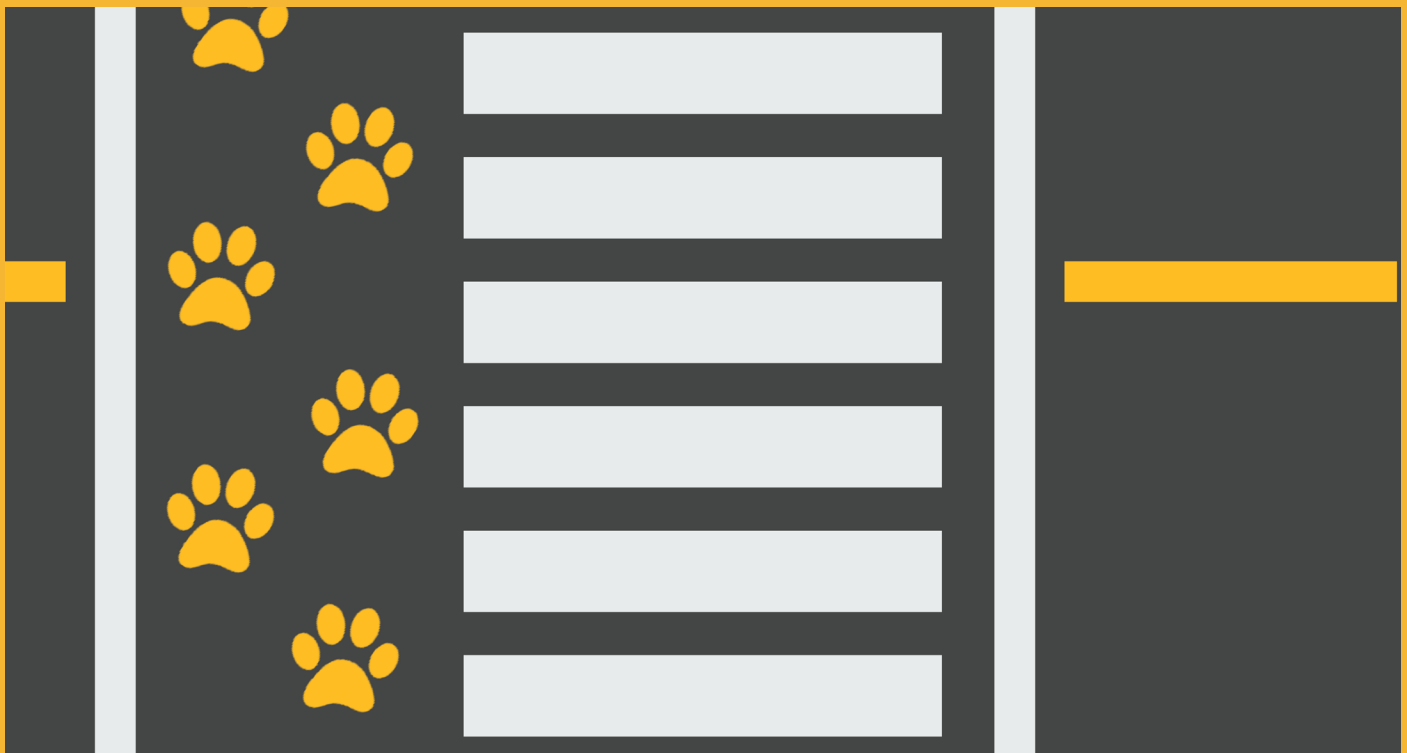
Foto: Beatriz Cecato Dumalokas

FAIXA DE TRAVESSIA PARA FAUNA

Uma nova estratégia para redução de colisões com animais na pista viralizou recentemente na internet. Trata-se de uma **sinalização especial**, parecida com uma faixa de pedestres, mas colorida com imagens de patas de animais.

O objetivo é **alertar os motoristas** sobre os **pontos de passagem frequente de animais silvestres** e, assim, reduzir a velocidade nesses locais. No Distrito Federal, foi implantada a “patadestre”, próxima à APA do Planalto Central.

No Mato Grosso do Sul, a cidade de Três Lagoas implantou uma faixa especialmente para travessia de capivaras, a “Capifaixa” na região da Lagoa Maior. Essa medida é de **baixo custo e fácil implantação**, além de ser **bastante inovadora e criativa**. Para ser efetiva, o motorista deve aumentar a sua atenção e/ou reduzir a velocidade, mas, com o passar do tempo, eles podem se acostumar e a faixa perder o efeito.



SISTEMA DE DETECÇÃO ANIMAL

Esse sistema basicamente **detecta a entrada do animal na rodovia** e avisa o usuário. Quando isso acontece, o usuário fica mais alerta e tem **mais tempo de evitar a colisão**. Esses sistemas existem atualmente na América do Norte e Europa e têm potencial de diminuir em até **90% os atropelamentos de grandes mamíferos**. No Brasil, o sistema ainda está sendo desenvolvido.



REFLETORES

Os refletores são dispositivos instalados ao lado do acostamento da rodovia. Eles **refletem a luz dos faróis** dos veículos para as bordas da pista, visando **alertar e afugentar a fauna** para fora da área de risco de atropelamento. Foram criados especialmente para impedir que os animais acessem as vias durante a noite, período de maior atividade para várias espécies de vertebrados, em especial, as de médio e grande porte, que podem causar acidentes graves.

Os refletores são bastante utilizados em países da América do Norte e Europa devido ao seu **baixo custo**, porém, algumas pesquisas mostraram que a **efetividade desse método é baixa**, devido ao fato de os animais rapidamente **se acostumarem com a iluminação**, a baixa refletividade do aparelho e a **necessidade constante de manutenção**.

A tecnologia dos equipamentos ainda está em desenvolvimento e é potencialmente efetiva. Portanto, são necessários estudos mais aprofundados. Os modelos de refletores variam em formato, composição, cor refletida e funções associadas. Os mais simples são compostos apenas de espelhos, os mais complexos, além de refletirem a luz do farol do carro, podem emitir sons e odores repelentes para fauna ou ainda possuírem um sistema de **combinações de cores, ativadas em momentos diferentes para evitar que os animais se acostumem**.

Contudo, a iluminação dos refletores pode desorientar aves migratórias e perturbar ninhos de aves nas margens da rodovia, e a emissão de luz, ruído e odor podem criar uma barreira para alguns animais, em especial pequenas espécies de vertebrados.

APLICATIVOS PARA SMARTPHONE



Entre as estratégias para a redução das colisões entre veículos e animais, há um conjunto de ações planejadas para influenciar o comportamento dos motoristas e promover uma direção mais atenta ou a diminuição da velocidade. Uma das medidas mais recentes é um **aplicativo para celulares**, que emite **alertas sonoros e visuais** quando o usuário entra em uma **zona de risco para colisões com animais e acidentes de trânsito**. Exemplos: o aplicativo Waze, o aplicativo

U-Safe, idealizado pela Environbit, e o aplicativo Heróis da Estrada, desenvolvido pelo Projeto Bandeiras e Rodovias.

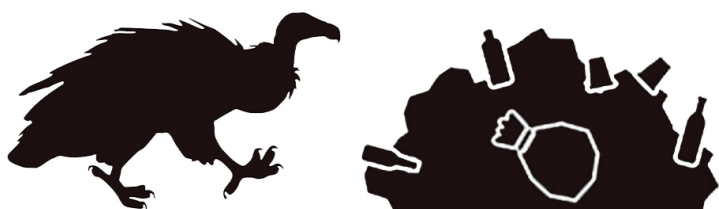
Os aplicativos são medidas muito inovadoras, mas, para que a estratégia seja efetiva, é preciso que o motorista aumente a sua atenção e/ou reduza a velocidade com os alertas. Com o passar do tempo, os motoristas podem se acostumar com o alerta do aplicativo, assim como ocorre com as placas de sinalização, e o dispositivo perder a sua efetividade.

Por isso, é importante que essa iniciativa seja combinada com outras medidas de mitigação, para que todos possam viajar com mais segurança.

ACÇÕES DE MANEJO, GERENCIAMENTO E EDUCAÇÃO

Além de medidas estruturais, como cercas e passagens de fauna, outras ações de manejo, gerenciamento e educação são importantes na prevenção de colisões veiculares com fauna, como veremos a seguir.

O lixo jogado nas margens das rodovias e os lixões a céu aberto podem **umentar as colisões veiculares com fauna silvestre**.



Alguns animais podem ser atraídos por restos de alimentos jogados nas estradas por motoristas, por lixeiras mal vedadas e por cadáveres de animais atropelados. Esses animais ficam mais suscetíveis a atropelamentos, podendo causar graves acidentes.

Em **trechos urbanos das rodovias, as vítimas geralmente são animais domésticos como cães e gatos**. Em outros trechos, animais silvestres que se alimentam de restos de alimentos são os mais comprometidos, como urubus, carcarás e cachorros-do-mato.

Os lixões atraem diversos tipos de animais carniceiros. Quando estão próximos às rodovias, os animais voadores, como urubus, ficam mais sujeitos a colidir com veículos. Assim, outra medida importante que envolve a redução de colisões com fauna silvestre é a **regularização de lixões próximos às rodovias**.

Você sabia?

Jogar lixo nas margens das rodovias é crime! Arremessar lixo em uma rodovia é considerado infração média pelo Código de Trânsito Brasileiro, que prevê multa e perda de quatro pontos na carteira de habilitação. Dependendo do volume dos resíduos, o motorista pode responder a processo por crime ambiental, segundo o artigo 54, parágrafo, 2, inciso V da Lei de Crimes Ambientais – Lei 9605/98.



■ Importância da limpeza das vias e remoção de carcaças

Animais carniceiros são atraídos para a rodovia para se alimentar de carcaças de animais atropelados, podendo se tornar vítimas de atropelamentos. Nesse caso, as medidas mitigadoras envolvem o monitoramento de carcaças e a limpeza frequente da pista. Essa ação reduz a disponibilidade de alimento e desestimula a procura por comida, reduzindo as chances de colisão.



O manejo do hábitat engloba medidas que desestimulem o uso da rodovia pelos animais silvestres, dificultem sua aproximação ao local ou os guiem a locais seguros. A poda e o uso de vegetação rasteira, preferencialmente pouco palatáveis, são benéficos, pois:

- ▶ Têm baixo custo;
- ▶ Exercem menor atração à fauna;
- ▶ Aumentam a visibilidade por parte dos motoristas;
- ▶ Permitem um maior tempo de reação a partir do avistamento da fauna;
- ▶ Dão mais segurança aos pedestres.

No entanto, a vegetação requer manutenção frequente. Algumas espécies de plantas podem:

- ▶ Servir como guia para direcionar os animais às passagens de fauna tornar as passagens de fauna mais atrativas ao uso;
- ▶ Proteger visualmente pontes de dossel;
- ▶ Absorver ruídos e iluminação produzidos na rodovia;
- ▶ Elevar a altura de voo de aves, reduzindo a chance de colisão com veículos;

■ Fontes de alimentação na rodovia podem atrair animais, aumentando o risco de colisão

Devem ser *evitados*:

- ▶ Plantas frutíferas;
- ▶ Derramamento de grãos;
- ▶ Ninhos de cupim e formiga;
- ▶ Carcaça de animais atropelados.

Portanto, é recomendável **excluir plantas frutíferas e fontes de alimentação** próximas à pista.

■ Animais domésticos

É de grande importância promover a conscientização da comunidade lindeira para manter os animais dentro de suas propriedades e coibir o abandono de animais na rodovia.

O proprietário é responsável por manter seus animais dentro da propriedade, podendo ser culpabilizado em caso de acidente devido à colisão na rodovia.

Abandono de animais é crime! A pena pode chegar a cinco anos de prisão, segundo a Lei Federal 14.064/20.

Além do risco de atropelamento, animais domésticos de grande porte como vacas, bois e cavalos podem se envolver em graves acidentes, com grande risco à segurança dos usuários da via. Os cães e gatos podem impactar a fauna local, perseguindo e caçando animais nativos.



■ Ações de educação ambiental

Algumas medidas importantes para redução de colisões com fauna silvestre são as relacionadas à **conscientização** e à **mudança do comportamento** de usuários da pista, dos integrantes das comunidades lindeiras e dos tomadores de decisão. Esse assunto precisa de atenção e de planejamentos de longa duração para construir estratégias eficientes, pois se trata de saúde pública e ambiental.

Campanhas educativas são muito utilizadas e podem abranger vários assuntos:

- ▶ Segurança do trânsito;
- ▶ Trechos e horários com maior probabilidade de acidentes;
- ▶ Procedimentos a serem adotados ao avistar um animal na pista ou próximo a ela;
- ▶ Importância da conservação dos animais;
- ▶ Desmistificação de animais considerados perigosos ou menos carismáticos para evitar o atropelamento intencional;
- ▶ Descarte e deposição final adequada dos resíduos sólidos;
- ▶ Respeito à sinalização viária;
- ▶ Abandono de animais na rodovia;
- ▶ Animais domésticos nas rodovias, entre outros.

■ Precisamos de estudos com mais qualidade

A análise integrada de alguns estudos é essencial para conhecer os **locais de maior risco de colisões veiculares com fauna**, como:

- ▶ Levantamento e monitoramento de fauna em áreas adjacentes à rodovia;
- ▶ Monitoramento de fauna atropelada;
- ▶ Monitoramento de travessias de animais;
- ▶ Cadastramento de drenagens flúvio-pluviais e pontes;
- ▶ Monitoramento das estruturas de drenagem para avaliar o uso pela fauna e sugestão de melhorias;
- ▶ Levantamento de áreas úmidas e áreas relevantes para a fauna;
- ▶ Análise de paisagem e de corredores ecológicos.

Também é preciso avaliar e acompanhar a instalação de medidas mitigadoras, incluindo o planejamento, a execução e o posterior monitoramento, visando a garantia da efetividade das ações e a possibilidade de melhorias.

■ Fortalecimento da governança

A governança pode ser vista como um **conjunto de ações** que definem as responsabilidades e ajudam a desenhar os processos para tomada de decisão para resolver um **problema coletivo**.

A mitigação das colisões veiculares é um **tema complexo**, que envolve **diversos atores da sociedade** como administradores de rodovia, construtoras, consultoras, órgãos ambientais, políticos, pesquisadores, usuários da rodovia, entre outros.

Cada ator possui um papel e é preciso criar **espaços de diálogo**. Exercitar e fortalecer a atuação cidadã e a governança local são essenciais para diminuir o impacto das rodovias sobre a fauna silvestre e **reduzir os acidentes na pista**.

MOBILIZAÇÃO DA SOCIEDADE

É necessário enfatizar a importância de consultar e envolver a comunidade durante o processo de licenciamento de uma rodovia, especialmente porque a população não costuma ser consultada quando o assunto é mitigar colisões com fauna. Mas, algumas vezes, é a própria mobilização coletiva que pressiona as autoridades a implementarem tais medidas. Esses movimentos geralmente surgem da indignação dos próprios usuários da via com a falta de segurança para a travessia de animais silvestres ou da preocupação de grupos conservacionistas com os impactos negativos de uma rodovia próxima a áreas naturais. Nesse sentido, uma série de coletivos vem surgindo, organizando-se e obtendo importantes conquistas para diminuir a mortalidade de animais silvestres em rodovias brasileiras. A instalação de placas, lombadas, passagens superiores, túneis e viadutos vegetados em regiões críticas para atropelamentos são algumas vitórias atribuídas a esses esforços coletivos.

Cobrar as autoridades é um direito – e um dever – de todos nós. Juntos somos mais fortes!



Conheça a seguir algumas iniciativas que vêm conseguindo obter importantes conquistas para a conservação da biodiversidade!

Movimento Popular em Defesa da Passagem de Fauna

Iniciativa popular pela criação de passagens de fauna na Rodovia Zeferino Vaz, em Paulínia, São Paulo. O movimento se fortaleceu após a morte de uma onça parda nessa rodovia e atualmente cobra do poder público um projeto adequado que contemple também a travessia de espécies não arborícolas.

SOS Fauna de Botucatu

O atropelamento de cinco tamanduás-bandeira em um trecho da Rodovia Gastão Dal Farra levou moradores da região de Botucatu, São Paulo, a se organizarem fazendo com que o assunto fosse colocado em pauta pela prefeitura e a concessionária. O grupo já conseguiu a colocação de placas e lombadas nos trechos mais críticos e trabalha conscientizando os motoristas para que respeitem os limites de velocidade da via.

Micos protegidos por viaduto vegetado

Resultado de oito anos de intensa mobilização da Associação Mico-Leão-Dourado, em 2020, foi inaugurado o viaduto vegetado da BR-101/RJ, entre a Reserva Biológica de Poço das Antas e o Parque Estadual dos Três Picos, como condicionante para duplicação da via. A estrutura visa minimizar os impactos de isolamento e atropelamento de fauna silvestre, principalmente do mico-leão-dourado, e se tornou um dos marcos da conservação da biodiversidade no país.

Estrada rasga-parque não!

Mais de 300 instituições e lideranças assinaram um ato de repúdio ao PL 984/2019, que reabre a Estrada do Colono, no Parque Nacional do Iguaçu, e atua para a abertura de estradas em outras unidades de conservação do país. Entre os signatários da nota estão também organizações internacionais e diversas personalidades, aumentando a pressão para que o projeto seja vetado.

Bonito não atropela

Indignadas com a quantidade de animais mortos todos os dias nas estradas de Bonito (MS), diversas organizações ambientais se uniram pelo fim dos atropelamentos de fauna na região. O grupo, que surgiu em 2021, já entregou planos de mitigação para a MS-345, MS-382 e Estrada Estadual de Turismo. Foram instalados redutores de velocidade, duas passagens superiores, 2 km de cercas em rodovias estaduais, realizados cursos de resgate de fauna e criadas diferentes estratégias de comunicação na mídia. Além disso, o grupo vem estreitando relações com o governo do estado para influenciar a criação de políticas públicas de proteção à fauna.

Túneis para herpetofauna

Depois de quase duas décadas de tratativas com diferentes colaboradores, as ONGs Instituto Mira-Serra e Instituto Curicaca, o NERF-UFRGS, empresas e empreiteiras conseguiram, após confrontação e cooperação com empreendedores, órgãos licenciadores e gestores, a instalação de um sistema de cercamento e túnel para herpetofauna da Rodovia Rota do Sol, que liga a rota gaúcha ao litoral, um dos poucos locais onde ocorre a perereca-macaca, espécie ameaçada.

INCAB/IPÊ e Ministério Público exigem implementação de plano de mitigação na MS-040 (MS)

Após um monitoramento de três anos, foram registradas 97 antas atropeladas na MS-040, o que representa uma ameaça à espécie e à segurança dos usuários da via, pelo grande porte desse animal. As conservacionistas Patrícia Medici (IPÊ/INCAB) e Fernanda Abra (ViaFAUNA) prepararam então, em 2017, um plano de mitigação para a rodovia, detalhando as alternativas de medidas para reduzir as colisões com fauna nessa rodovia. Desde então, as ativistas vêm mobilizando a sociedade civil para pressionar os agentes públicos envolvidos a tomar providências e implementar o Plano de Mitigação elaborado.

A VIDA
NÃO
NÃO



É BELA
CORRA
MATE



MANUAL DE MITIGAÇÃO

O Projeto Bandeiras e Rodovias está atualmente trabalhando com as autoridades governamentais locais para fazer do estado do Mato Grosso do Sul um modelo de implementação de medidas para a redução das colisões veiculares com a fauna silvestre.

Com a participação de especialistas em Ecologia de Estradas, ONGs e autoridades estaduais, criamos, através de um processo participativo, um manual com orientações para as medidas de mitigação que precisam ser implementadas em rodovias estaduais, seja em sua duplicação, pavimentação ou reparo. Esse manual é uma iniciativa pioneira e inovadora no Brasil, mostrando que, com colaboração e esforço, é possível reduzir colisões veiculares, construindo estradas mais seguras para todos, tanto para os animais quanto para as pessoas. O manual foi instituído como política pública para todo o estado do Mato Grosso do Sul por meio de resolução assinada pelo governador e por diversas autoridades políticas em 17 de dezembro de 2021.

ACESSE O MANUAL EM

<http://www.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/150/2022/01/Manual-orientacoes-1.pdf>

SAIBA MAIS EM

- <https://www.icasconservation.org.br/2021/12/24/manual-de-mitigacoes-de-colisoes-veiculares-elaborado-com-o-apoio-do-icas-e-lancado-pelo-governo-de-mato-grosso-do-sul/>
- <http://www.ms.gov.br/governo-e-ongs-lancam-manual-para-proteger-animais-silvestres-de-atropelamentos-nas-rodovias/>



Foto: ICAS

AGRADECIMENTOS

Este livro só foi possível graças ao apoio de toda a equipe do **Projeto Bandeiras e Rodovias e do apoio técnico da ViaFAUNA**. Além disso, gostaríamos de agradecer aos nossos parceiros e colaboradores, pois, juntos, somos mais fortes no combate à perda da biodiversidade e na busca por estradas mais seguras para todos, em especial: **ViaFAUNA Consultoria Ambiental, Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF-UFRGS), Rede de Especialistas em Ecologia de Transportes (REET Brasil), Projeto Bonito Não Atropela, AMPARA Silvestre, Instituto Raquel Machado, Caipora Cooperativa de Trabalho para Conservação e Proteção dos Recursos Naturais, FALCO Ambiental, Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação (Rede Pró UC), Fundação Neotrópica do Brasil, Instituto Homem Pantaneiro (IHP), Projeto Estrada Viva, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos (AGESUL) e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL).**

Por fim, agradecemos aos nossos financiadores, sem os quais nosso trabalho não poderia ter sido realizado: **Fondation Segré, Royal Zoological Society of Scotland, Beauval Nature, Disney Conservation Fund, Chester Zoo, Houston Zoo, Naples Zoo, Nashville Zoo, Reid Park Zoo, Riverbanks Zoo & Garden, Sacramento Zoo, Play for Nature, Parc Animalier d’Auvergne, WWF, Zoo Miami Foundation e Fresno Chaffee Zoo.**

CONFIRA OS SITES

- <https://www.icasconservation.org.br/>
- <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional>
- <https://www.gov.br/dnit/pt-br>
- <https://www.gov.br/antt/pt-br>
- <http://www.ibama.gov.br/>
- <https://www.agesul.ms.gov.br/>
- <https://www.imasul.ms.gov.br/>
- <https://www.estradaviva.ms.gov.br/>
- <https://www.fubaea.com.br/>
- <https://reetbrasil.wixsite.com/reetbrasil>
- <https://www.conecte.bio.br/>
- <https://sousafe.com.br/>
- <https://www.ipe.org.br/>
- <https://micoleao.org.br/>
- <https://www.estradasgaparquena.org/>
- <https://oeco.org.br/>
- <https://faunanews.com.br/>
- <https://institutoraquelmachado.org.br/projeto-bonito-nao-atropela-quer-fazer-do-municipio-referencia-em-preservacao-da-fauna-nas-estradas/>
- <https://www.viafauna.com.br/>
- <http://www.ufrgs.br/nerf>

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ABRA, F. D. et al. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. **Heliyon**, 7(1): e06015, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06015>.
- ABRA, F. D. et al. Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil. **PLoS ONE**, 14(4): e0215152, 2019. Disponível <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215152>.
- ABRA, F. D., DA COSTA CANENA, A., GARBINO, G. S. T., MEDICI, E. P. Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 18(4), p. 247-256, 2020. Disponível em: <https://www.perspectacolconserv.com/en-use-unfenced-highway-underpasses-by-articulo-S2530064420300651#:~:text=DOI%3A%2010.1016/j.pecon.2020.10.006>
- AL-GHAMBI, A.S., ALGADI, S.A. Warning signs as countermeasures to camel- vehicle collisions in Saudi Arabia. **Accident Analysis & Prevention**, 36: 749-760, 2004.
- AL-KAISY, A., HARDY, A., NEMFAKOS, C. Static warning signs of occasional hazards: Do they work? **ITE J.**, 78: 38–42, 2008.
- ASCENSÃO, F. et al. Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. **Biological Conservation** 253: 108902, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108902>
- BAGER A., FONTOURA V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecol. Engin.**, 53: 31-38, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.006>
- BHARDWAJ, M., SOANES, K., STRAKA, T. M., LAHOZ-MONFORT, J. J., LUMSDEN, L. F., VAN DER REE, R. Differential use of highway underpasses by bats. **Biological Conservation**, 212, p. 22-28, 2017.
- BJØRN, L., BEKKER, H., CUPERUS, R. **Wildlife and traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions**. Utrecht: Uitgeverij Knnv, 2003.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais n. 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo n. 186/2008. Brasília: Senado Federal, 2016.
- BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Código de proteção e defesa do consumidor e legislação correlata. 5. ed. Brasília: Senado Federal, 2012.
- BRASIL. Lei n. 9.605, de 3 de junho de 1998. Lei de Crimes Ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1998, seção 1, p. 1.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2014a. Portaria n. 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 dez. 2014, seção 1, p. 121-126.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 445, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 dez. 2014, seção 1, p. 126-130.
- CARR, L. W., FAHRIG, L., POPE, S. E. Impacts of landscape transformation by roads. In:

- GUTZWILLER, K. J. (ed.). **Applying landscape ecology in biological conservation**. New York: Springer-Verlag, 2002.
- CHARLTON, S. G., STARKEY, N. J. Risk in our midst: Centrelines, perceived risk, and speed choice. **Accident Analysis & Prevention**, 95: 192-201, 2016
- CHRUSZCZ, B., GUNSON, K. E. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. **Wildlife Society Bulletin**, p. 646-653, 2001.
- CLEVINGER, A. P., CHRUSZCZ, B., GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, 109 (1): 15-26, 2003.
- CLEVINGER, A. P., HUIJSER, M. P. **Wildlife crossing structure handbook**: design and evaluation in North America. Publication no. FHWA-CFL-TD-11-003. Federal Highway Administration. Central Federal Lands Highway Division. Lakewood, CO, United States, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277003400_Wildlife_Crossing_Structure_Handbook_Design_and_Evaluation_in_North_America.
- COELHO, A. V. P., COELHO, I. P., TEIXEIRA, F. T., KINDEL, A. Siriema: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0. **NERF**, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 2014. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.
- COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of transport Geography**, 15(5), p. 396-406, 2007.
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume II - Sinalização vertical de advertência**. Denatran – Ministério das Cidades, 2007.
- CRAVEIRO, J., BERNARDINO, J., MIRA, A., VAZ, P. G. Impact of culvert flooding on carnivore crossings. **Journal of environmental management**, 231, 878-885, 2019.
- CUNNINGTON, G. M., GARRAH, E., EWEN, E., FAHRIG, L. Culverts alone do not reduce road mortality in Anurans. **Ecoscience**, 21: 69-78, 2014.
- DODD JR, C. K., BARICHIVICH, W. J., SMITH, L. L. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. **Biological Conservation**, 118(5), p. 619-631, 2004.
- FORMAN, R. T. T., ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29: 207-231, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>.
- FORMAN, R. et al. **Road Ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 2003.
- FREITAS, S. R., BARSZCZ, L. B. A perspectiva da mídia *on-line* sobre os acidentes entre veículos e animais em rodovias brasileiras: uma questão de segurança? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 33, 2015.
- GLISTA, D. J., DEVAULT, T. L., DEWOODY, J. A. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, 91(1), 1-7, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.001>.
- GONZÁLEZ SUÁREZ, M., ZANCHETTA FERREIRA, F., GRILO, C. Spatial and species level predictions of road mortality risk using trait data. **Global Ecology and Biogeography**, 27(9), p. 1093-1105, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/geb.12769>.
- GRILO, C., BISSONETTE, J.A., CRAMER, P.C. Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: JONES, R. S (ed.). **Highways: constructions, management and maintenance**. Nova York: Nova Science, 2010.

- HARRÉ, N. Risk evaluation, driving, and adolescents: A typology. **Developmental Review**, 20 (2): 206-226, 2000.
- HOBDAY, A. J., MINSTRELL, M. L. 2008. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: human management options. HUIJSER, M. P., PAUL, K. J. S., OECHSLI, L., AMENT, R., CLEVINGER, A. P., FORD, A. Wildlife-vehicle collision and crossing mitigation plan for Hwy 93S in Kootenay and Banff National Park and the roads in and around Radium Hot Springs. **Report 4W1929 B**, 2008, Western Transportation Institute, Montana State University, Bozeman, Montana, USA.
- HUIJSER M.P., ABRA F.D., DUFFIELD J.W. Mammal road mortality and cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo state, Brazil. **Oecologia Australis** 17: 129-146, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.11>
- HUIJSER M. P., FAIRBANK E. R., CAMEL-MEANS, W., GRAHAM, J., WATSON, V., BASTING, P., BECKER, D. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. **Biol. Conserv.** 197: 61-68, 2016. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.02.002
- HUIJSER, M. P., MOSLER-BERGER, C., OLSSON, M., STREIN, M. **Wildlife warning signs and animal detection systems aimed at reducing wildlife-vehicle collisions**. Handbook of road ecology, 198-212, 2015.
- IBAMA - Instrução Normativa N 13, de 19 de julho de 2013. Estabelece os procedimentos para padronização metodológica dos planos de amostragem de fauna exigidos nos estudos ambientais necessários para o licenciamento ambiental de rodovias e ferrovias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 jul. 2013. Seção 1, p. 62-67.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Planos de Ação Nacional**. Brasília: ICMBio, 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional>.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Planos de Ação Nacional**. Brasília: ICMBio, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional>.
- IPÊ. Instituto de Pesquisas Ecológicas. **Atropelamentos de antas em rodovias do MS aumentam significativamente em um ano**. Nazaré Paulista, 6 abr. 2020. Disponível em: <https://ipe.org.br/ultimas-noticias/1748-atropelamentos-de-antas-em-rodovias-do-ms-aumentam-significativamente-em-um-ano>.
- JACKSON, S. D., GRIFFIN, C. R. A strategy for mitigating highway impacts on wildlife. Wildlife and highways: seeking solutions to an ecological and socio-economic Dilemma. **The Wildlife Society**, p. 143-159, 2000.
- KAMIMURA, R. Viadutos, pontes, passagens subterrâneas e elevados. **Blog Projeto Urbano**, 2011. Disponível em: <http://projeturbanoblogspot.com/2011/04/viadutos-pontes-passagens-subterraneas.html>.
- LAURANCE, W. F., GOOSEM, M., LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, 24(12), 659-669, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534709002067>.
- LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,

2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72378/000877896.pdf?sequence=1>.

- LI, Y.; ZHENG, Y.; WANG, J.; KODAKA, K.; LI, K. Crash probability estimation via quantifying driver hazard perception. **Accident Analysis & Prevention**, 116: 116-125, 2018.
- MEDICI, E. P., ABRA, F. D. Lições aprendidas na conservação da anta brasileira e os desafios para mitigar uma de suas ameaças mais graves: o atropelamento em rodovias. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozologia**, 2019.
- OLIVEIRA, S. L., BASTOS, R. P., LACERDA, K. A. P., LACERDA, S. E. A. Ecologia de estradas: estado da arte no Brasil e no mundo / Ecology of roads: state of art in Brazil and in the World. **Brazil. J. Devel.** 6: 98546-98573, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-371>
- PINTO, F. A., CLEVENGER, A. P., GRILO, C. Effects of roads on terrestrial vertebrate species in Latin America. **Environmental Impact Assessment Review**, 81: 106-337, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106337>.
- PLANTE, J., JAEGER, J. A., DESROCHERS, A. How do landscape context and fences influence roadkill locations of small and medium-sized mammals? **Journal of Environmental Management**, 235, 511-520, 2019.
- REET BRASIL – Rede Brasileira de Especialistas em Ecologia de Transportes. **Manifesto REET Brasil sobre a pavimentação do trecho do km 250 ao km 655,70 da rodovia BR 319/AM e seu efeito nas áreas de preservação permanente**. Amazonas, Brasil, 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1t-4a_fercgHYgTT8iU0j-XoKSvBw10cS/view.
- ROMIN, L. A, DALTON, L. B. Lack of response by Mule Deer to wildlife warning whistles. **Wildlife Society Bulletin**, (1973-2006), 20(4), 382-384, 1992. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3783055>
- ROSA, C. A., BAGER, A. Review of the factors underlying the mechanisms and effects of roads on vertebrates. **Oecologia Australis**, 17 (1): 208-221, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8251>.
- RYTWINSKI, T. et al. How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis. **PLoS ONE**, 11(11): e0166941, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166941>.
- SOANES, K., VAN DER REE, R. Reducing road impacts on tree-dwelling animals. **Handbook of road ecology**, 334-340, 2015.
- SOBANSKI, M. B. **Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, trecho de Anastácio a Corumbá, Mato Grosso do Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado) Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: https://itti.org.br/wp-content/uploads/2017/06/marcela-barcelos-sobanski_dissertacao-mestrado-maui.pdf.
- TEIXEIRA, F. Z. Ecologia de estradas: impactos na fauna e mitigação. In: PINHÃO, F. L.; MELLO, L. S.; SANTORI, R. T. (Org.) **Conversas com a ciência: cadernos temáticos educação e ciências da natureza**. 1. ed. São Gonçalo: UERJ; FFP, 2021.
- TEIXEIRA, F. Z., PRINTES, R. C., FAGUNDES, J. C. G., ALONSO, A. C., KINDEL, A. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. **Biota Neotropica**, 13(1), 117-123, 2013.
- TROMBULAK, S. C., FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, 14 (1): 18-30, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.141117-123.x>.

org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x.

- VALITZSKI, Sharon A., D'ANGELO, Gino J., OSBORN, David A., MILLER, Karl V., WARREN, Robert J., GALLAGHER, George R. 2007. Behavioral Responses of White-tailed Deer to Vehicle Mounted Sound-Producing Devices. **ICOET**, Chap. 7, 2007. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/9bm7v5pp#main>
- VAN DER GRIFT, E. A., VAN DER REE, R., FAHRIG, L., FINDLAY, S., HOULAHAN, J., JAEGER, J. A., OLSON, L. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, 22(2), p. 425-448, 2013.
- VAN DER REE R., SMITH D.J., GRILO C. **Handbook of Road Ecology**. New York: John Wiley, 2015.
- VIEIRA, R. L. A., COSTA, C. M., SOUZA, H. R., CERQUEIRA, L. S. O impacto das rodovias sobre a biodiversidade de fauna silvestre no Brasil. **Natureza online**, 17(2): 63-75, 2019. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20190602.pdf>.
- WELLMAN, J. C., COMBS, D. L., COOK, S. B. Long-term impacts of bridge and culvert construction or replacement on fish communities and sediment characteristics of streams. **Journal Freshw Ecol.**, 15(3):317-28, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02705060.2000.9663750>.
- YANES, M., VELASCO, J. M., SUÁREZ, F. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. **Biological conservation**, 71(3), 217-222, 1995.







**RESPEITE OS
ANIMAIS**



Proteger a **fauna** é cuidar da vida.
Estradas mais seguras para TODOS!



ISBN: 978-85-53196-03-6

BR



9 788553 196036