

19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## 25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

### FAUNA ATROPELADA NA PR-445 E AS ESTRUTURAS DE DRENAGEM COMO OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

*Geisy Kelen Plodowski<sup>1</sup>; Marina de Souza<sup>1</sup>; João Vinicius Sachet<sup>1</sup>; Nereus Dourado Alcorte<sup>2</sup> & Paulo Cesar Salatini<sup>2</sup>*

#### RESUMO

O atropelamento de fauna é uma das maiores causas de perda de animais silvestres e estudos desse impacto fazem parte do licenciamento ambiental de rodovias, como o caso da duplicação da PR-445, trecho entre Mauá da Serra e o acesso a Lerroville, no estado do Paraná. Para a realização do Diagnóstico de Atropelamento de Animais Silvestres (Portaria IAT n° 22/2020), foram realizadas quatro campanhas amostrais. Foi testada a ocorrência de agrupamentos espaciais de atropelamentos pela estatística K de Ripley 2D e foi feita a identificação dos trechos com maior intensidade desses agrupamentos por meio de análise Hotspots 2D. Foram registrados 67 animais por meio do método sistemático e 107 por meio de registros eventuais. Diferentes conjuntos de dados foram analisados e cinco *hotspots* de atropelamento identificados, dos quais ganham destaque os localizados no km 4, km 19 e km 21, por serem impulsionados por animais de hábito terrestre. Um padrão encontrado para essas áreas é relacionado com a vegetação e com a presença de corpos d'água nas proximidades (km 4) ou sendo interceptados pela rodovia (km 19 e km 21), sendo que estes dois últimos contam com estruturas de drenagem que apresentam dimensões adequadas para adaptação ao uso mais efetivo pela fauna para transpor a rodovia. A literatura traz essa possibilidade e, dada a predileção da fauna à presença de corpos hídricos, corroborada por este trabalho, é recomendado que as estruturas de drenagem de projetos futuros sejam planejadas como de uso misto, cumprindo sua função essencial e com adaptações para favorecer a utilização pelos animais, reduzindo assim a mortalidade nas estradas e proporcionando uma redução de custos quando comparada à instalação de estruturas específicas que podem ser exigidas ao longo do licenciamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Passagem de fauna; Estruturas de drenagem; Uso misto; Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

Roadkill of fauna is one of the biggest causes of loss of wild animals and studies of this impact are part of the environmental licensing of highways, such as the duplication of PR-445, a stretch between Mauá da Serra and the access to Lerroville, in the state of Paraná. To carry out the Diagnosis of Wild Animals roadkill (Ordinance IAT n° 22/2020), four sampling campaigns were carried out. The occurrence of spatial clusters of roadkills was tested using Ripley's 2D K statistics, and the sections with the greatest intensity of these clusters were identified using 2D Hotspots analysis. Sixty-seven animals were recorded using the systematic method and 108 through occasional records. Different sets of data were analyzed and five roadkill hotspots were identified, of which those located at km 4, km 19 and km 21 stand out, as they are driven by terrestrial animals and are targets of mitigation measures. A pattern found for these areas is related to the vegetation and the presence of water nearby (km 4) or being intercepted by the road (km 19 and km 21), the latter two having drainage structures that have adequate dimensions to adapt to the most effective use by the fauna to cross the highway. The literature brings this possibility and, given the predilection of the fauna to the presence of water bodies, corroborated by this work, it is recommended that the drainage structures were planned for mixed use, fulfilling their essential function and with adaptations in favor for the use by animals crosses, thus reducing mortality on the roads and providing cost savings when compared to the installation of specific structures that may be required throughout the environmental licensing process.

**KEY WORDS:** Fauna passage; Drainage structures; Mixed use; Sustainability.

<sup>1</sup> Projectree Engenharia Ltda., [geisy.plodowski@gmail.com](mailto:geisy.plodowski@gmail.com); [bio.mah.souza@gmail.com](mailto:bio.mah.souza@gmail.com); [joaosachet@gmail.com](mailto:joaosachet@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná – DER/PR, [nereusdourado@gmail.com](mailto:nereusdourado@gmail.com); [paulosalatini@der.pr.gov.br](mailto:paulosalatini@der.pr.gov.br)



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## INTRODUÇÃO

A Ecologia de Estradas é uma área do conhecimento que enfoca a relação entre o ambiente natural e o sistema rodoviário, voltada principalmente para a segurança dos usuários e a conservação da biodiversidade (BECKMANN *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2013). Neste último aspecto, Trombulak e Frissell (2000) apontam como principais impactos de rodovias a mortalidade da fauna durante a construção, a mortalidade de fauna por atropelamento e o efeito barreira, causando mudanças nas dinâmicas das populações. Programas de afugentamento e resgate durante atividades de supressão vegetal e limpeza do terreno são fundamentais para reduzir danos à fauna durante a instalação de empreendimentos. Com relação aos atropelamentos, a mitigação é baseada em três mecanismos: mudar o comportamento do animal ou do motorista; impedir o acesso do animal à pista; facilitar a travessia segura (SAITO; BALESTIERI, 2021). Por fim, sobre o efeito barreira, as medidas que facilitam a travessia segura da fauna reduzem esse impacto, pois mantém a conectividade entre os fragmentos florestais, fundamental para a manutenção de populações animais e vegetais (GODWIN; FAHRIG, 2002).

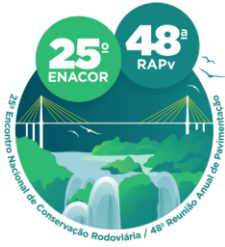
A localização de atropelamentos de fauna em rodovias pode estar relacionada com diversos fatores, como o tráfego de veículos, velocidade elevada pelos condutores, características da estrada como sinuosidade, corte e aterro, inclinação e drenagem, e principalmente com a paisagem (SANTOS, 2021; RIBEIRO, 2016). A cobertura e uso da terra afeta diretamente a biodiversidade, e é esperado a ocorrência de fauna silvestre nas proximidades de áreas vegetadas fragmentadas por rodovias, além de corpos hídricos transpostos ou no entorno. Assim, vários aspectos da paisagem são preditores de áreas com maiores chances de atropelamentos de fauna (CORTEZ, 2021).

O presente trabalho apresenta os principais resultados obtidos a partir do Diagnóstico de Atropelamento de Animais Silvestres realizado para a duplicação da PR-445, trecho entre Mauá da Serra (interseção com a BR-376) e o acesso a Lerroville, no estado do Paraná, com extensão aproximada de 27,1 km, visando divulgar conclusões com aplicações práticas e outras recomendações. O referido estudo é regulamentado pela Portaria IAT n° 22/2020, sendo um dos seus itens o “Inventário de atropelamentos propriamente dito”, e o principal resultado a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias devidamente justificadas.

## MATERIAIS E MÉTODO

O inventário de atropelamentos foi realizado em quatro campanhas de campo, com periodicidade mensal. Estas campanhas correspondem à busca ativa por carcaças, em veículo com velocidade de deslocamento de, no máximo, 55 km/h, em sentido único, amostrando toda a extensão do empreendimento, sempre no período da manhã, em dois dias, com um intervalo de uma semana entre eles. As carcaças encontradas no retorno e em outros dias, durante os deslocamentos ao longo da obra, foram consideradas registros eventuais, não sendo utilizadas para cálculo de taxa de fatalidades e identificação de *hotspots*.

A ocorrência de agrupamentos espaciais em relação a distribuição dos eventos de atropelamentos foi testada pela estatística K de Ripley 2D e a identificação dos principais trechos com maior intensidade desses agrupamentos, ou seja, *hotspots* de atropelamentos, foi realizada através da análise Hotspots 2D (COELHO *et al.*, 2014). Ambas as análises foram realizadas no *software* Siriema v2.0, sendo utilizados diferentes conjuntos de dados, sempre com os registros sistemáticos e excluindo as espécies domésticas e exóticas, com 1000 simulações e intervalo de confiança de 95%.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



O contexto de cada *hotspot* foi analisado por meio da caracterização da fauna e do uso do solo do entorno e, quando proposta a implantação de passagens de fauna, foi realizado levantamento das estruturas de drenagem próximas e suas características para verificação da possibilidade de adaptação como uso misto, para utilização pelos animais transpor a rodovia.

## RESULTADOS

### Caracterização geral da fauna atropelada

Foram registrados 67 animais por meio do método sistemático e 107 animais por meio de registros eventuais realizados ao longo dos quatro meses, totalizando 174 animais atropelados. Deste total, o grupo dos mamíferos foi o mais abundante, representando 47% dos registros, seguido pelo grupo das aves que representou 38% dos registros, répteis 10% e anfíbios 5%. As espécies mais abundantes são apresentadas na Figura 1.

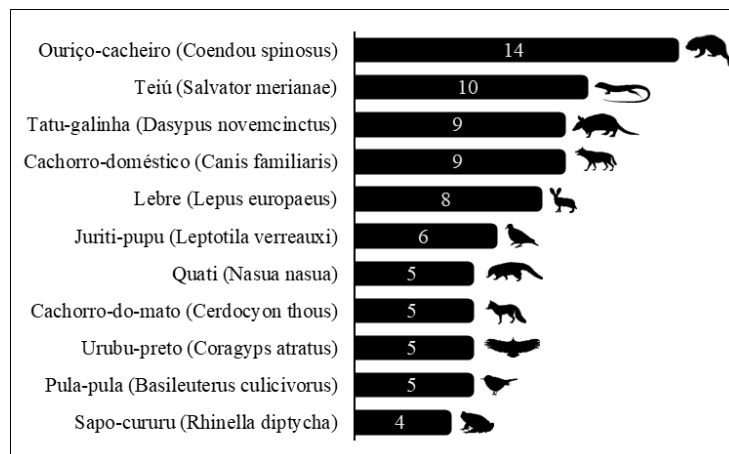


Figura 1 – Espécies mais atropeladas na PR-445, no trecho de Mauá da Serra à Lerroville (PROJECTREE, 2023).

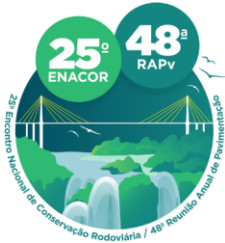
Dois espécies registradas são ameaçadas de extinção no estado do Paraná: *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno) e *Puma concolor* (onça-parda), ambas classificadas como “Vulnerável” (Decreto nº 7.264/2010). A espécie *L. guttulus*, também é “Vulnerável” em âmbito nacional (Portaria GM/MMA nº 300/2022) e global (IUCN Red List, 2022).

### Determinação dos pontos críticos de atropelamentos (*hotspots*)

A avaliação dos *hotspots* foi restrita ao conjunto de registros sistemáticos e foram excluídos os animais domésticos e a espécie exótica *Lepus europaeus* (lebre).

Para o conjunto de registros das espécies “Nativas” – todos os animais silvestres nativos, independente do seu hábito (voador ou não voador) – foram identificadas agregações significativas de atropelamentos e identificada a ocorrência de três pontos críticos de atropelamentos (km 16, 19 e 21). Para o conjunto de registros das espécies “Voadoras” (aves e morcegos), não foram evidenciadas agregações significativas de atropelamentos em nenhuma das escalas avaliadas, não sendo identificados pontos críticos de atropelamentos.

Por fim, para o conjunto de registros de animais “Não Voadores” – animais que realizam seus deslocamentos majoritariamente pelo solo –, foram identificadas agregações significativas de



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



atropelamentos e identificada a ocorrência de quatro áreas de agregação de atropelamentos (km 4, 19, 21 e 26).

Integrando os resultados, foram identificados cinco *hotspots*, dos quais um é exclusivo de espécies nativas (km 16), dois são exclusivos das espécies não voadoras (km 4 e km 26) e dois que se sobrepõem tanto para espécies nativas quanto para espécies não voadoras (km 19 e km 21), conforme apresenta a Figura 2.

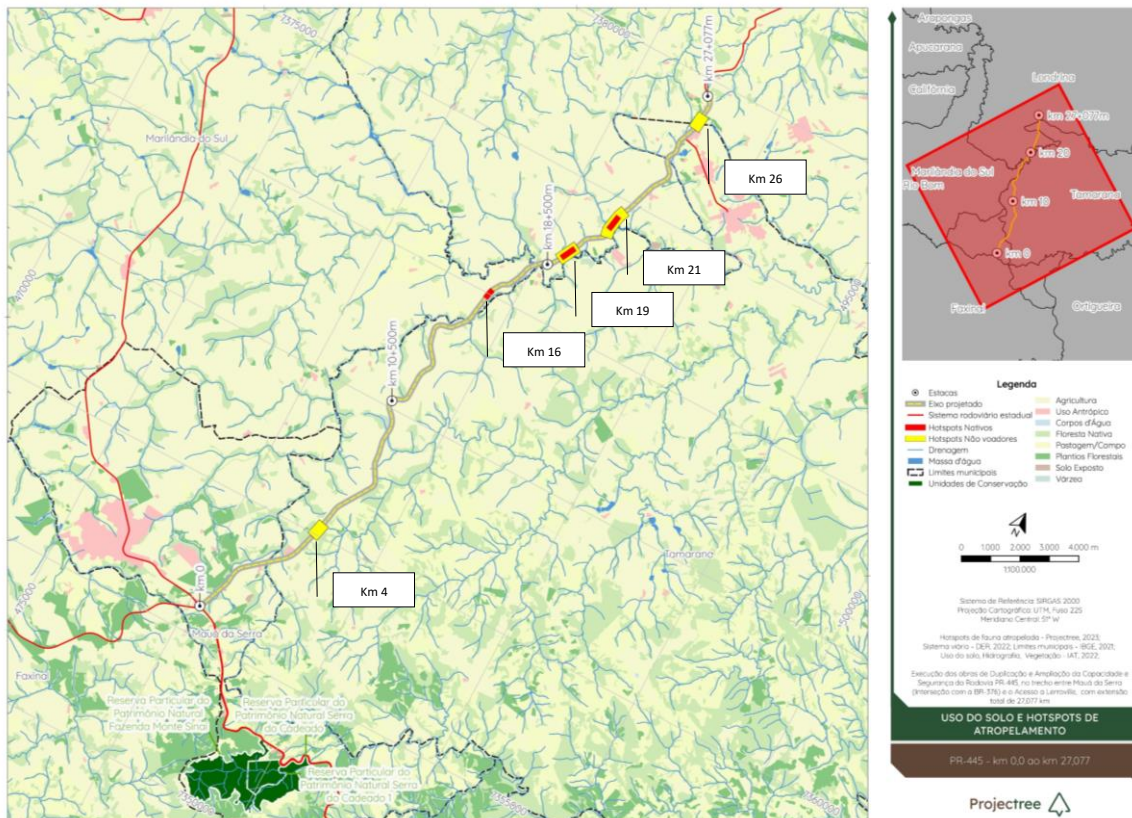
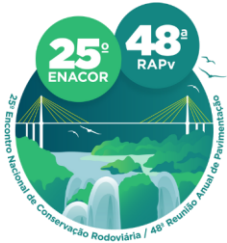


Figura 2 – Uso do solo e pontos críticos de atropelamento de fauna do trecho da PR-445 entre Mauá da Serra e Lerroville, com base nos registros sistemáticos obtidos de agosto a novembro de 2022 (PROJECTREE, 2023).

O *hotspot* do km 26 está localizado em área periurbana e não foi alvo de medidas de mitigação porque foi formado em função de uma situação específica envolvendo um açude (estrutura artificial) e indivíduos do gênero *Rhinella* (sapo-cururu), abundante na natureza e de ampla distribuição geográfica, cujos registros foram concentrados após períodos de chuva.

Para o *hotspot* do km 16, que foi impulsionado pelos registros de animais voadores e sem espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse conservacionista, foi proposta a implantação apenas de sinalização de advertência nos extremos da área crítica, a fim de informar aos usuários da rodovia a alta taxa de colisões com a fauna silvestre, sendo utilizados preferencialmente pictogramas da fauna local.

Dessa forma, apenas os *hotspots* do km 4, km 19 e km 21, caracterizados principalmente pelo impacto em animais não voadores, são prioritários para a implantação de passagens inferiores de fauna.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



## Estruturas de drenagem e os *hotspots*

Os *hotspots* identificados no km 4, km 19 e km 21 apresentam um padrão similar: localizam-se em áreas que apresentam vegetação melhor estruturada, em estágio secundário de regeneração, e com a presença de água. Os maciços florestais têm uma tendência a apresentar conectividade mais capilarizada nos kms 19 e 21 e abundante no km 4. Por serem prioritários para a implantação de passagens inferiores de fauna, foram avaliados quanto à presença e caracterização das estruturas de drenagem, bem como aspectos básicos da paisagem.

Os pontos críticos do km 19 e 21 apresentam corpos hídricos interceptados pela rodovia e vegetação com características semelhantes, visto que se trata de mata ciliar. Desta forma, estes pontos são coincidentes com bueiros pré-existentes, que mantêm a conectividade da paisagem:

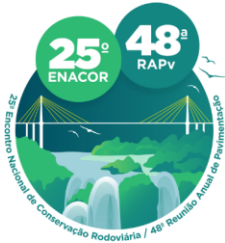
- Km 19: Bueiro simples tubular metálico (BSTM) de 2,30 m, classificado como obra-de-arte corrente destinada ao escoamento de cursos d'água permanentes ou temporários. Com as obras de duplicação, será prolongado com as mesmas especificações.
- Km 21: BSTM de 3,80 m, classificado como obra-de-arte corrente com fluxo constante de água. Durante as obras, está previsto o prolongamento com estrutura celular de 4,00 m x 4,00 m, como obra moldada *in loco* ou pré-moldada, composta de estruturas de concreto armado.

O *hotspot* do km 4 já havia sido identificado previamente no artigo de Pereira *et al.* (2021) e, com base nisso, a licença ambiental da duplicação da PR-445 condicionou a instalação de um passa-fauna de 2,00 m x 2,00 m nesse local, que está em fase de implantação. É importante indicar que o km 4 apresenta o maior maciço florestal no trecho da duplicação e um banhado paralelo à rodovia, que representa uma fonte hídrica importante para os animais.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma visão geral da localização das estruturas mencionadas no trecho de duplicação da PR-445.



Figura 3 – Localização dos *hotspots* prioritários para a implantação de passagens inferiores de fauna e infraestruturas pré-existentes (DER/PR, 2023).



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



Cabe mencionar que a dimensão das estruturas de drenagem é estabelecida durante a fase de projeto, de acordo com características da microbacia de contribuição. A determinação da vazão e, conseqüentemente, do diâmetro, é realizado através de cálculos conforme as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, Especificações de Serviço-DNIT e Manual de Drenagem de Rodovias-DNIT.

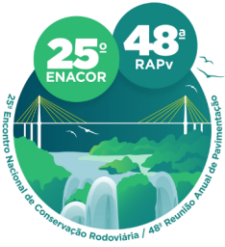
Considerando que os bueiros no km 19 e no km 21 possuem dimensões adequadas ao uso pela fauna, mas com curso d'água permanente, foi proposta sua adaptação para uso misto por meio da instalação de dispositivo para passagem seca da fauna. Essa estrutura pode consistir em uma plataforma sustentada por mãos-francesas, por exemplo. Outras alternativas podem ser utilizadas, desde que não comprometam a manutenção da vazão prevista em projeto e que permitam que animais de pequeno porte ou que não são relacionados com a água possam utilizá-las para transpor a rodovia. Para isso, é fundamental que o acesso da área lateral externa até a plataforma seja viabilizado por rampas suaves, considerando situações de nível de água igual à altura da passarela (LAUXEN, 2012; SAITO; BALESTIERI, 2021). Além disso, é necessária a aplicação de revestimento interno para uniformizar a ondulação da base do bueiro do km 19, que é corrugado, visto que algumas espécies se deslocam pela água, mas podem evitar as superfícies irregulares. Dessa forma, haverá um projeto específico para cada estrutura, que está sendo realizado pelo DER/PR.

Visando a maior utilização dessas estruturas pela fauna silvestre, foi proposta a instalação de cercas no entorno da rodovia, em ambos os lados, com extensão condizente com o *hotspot* e de modo que sua finalização coincida com ambientes marginais menos favoráveis à presença de animais. Várias recomendações sobre as especificações das cercas foram apresentadas no estudo da PR-445, de modo a contemplar o que a literatura traz para que sejam efetivas na proteção à fauna.

## DISCUSSÃO

As análises realizadas para o Diagnóstico de Atropelamento de Animais Silvestres na PR-445 indicaram *hotspots* em locais próximos de fontes hídricas (km 4, km 26) e locais com transposição de corpos d'água (km 19 e km 21), sendo que estes dois últimos contam com estruturas de drenagem que apresentam dimensões adequadas para adaptação ao uso mais efetivo pela fauna (diâmetro de 2,25 m e 3,80 m, respectivamente), por meio da instalação de passagem seca devidamente acessível aos animais que não se locomovem na água. Cabe mencionar que algumas espécies semiaquáticas dependem de corpos d'água para se dispersar e alguns mamíferos terrestres preferem estruturas secas (ABRA *et al.*, 2020).

A possibilidade de modificação de tubos de drenagem existentes em rodovias para a passagem de animais, desde que apresentem dimensão mínima de 1,50 m de diâmetro inscrito, é recomendada por Abra (2012), que relacionou o sucesso de travessias de mamíferos de médio e grande porte com passagens úmidas. A autora cita que essa estratégia de adaptação de estruturas de drenagem é utilizada em diferentes países, visto que vários estudos apontam grande sucesso no uso por animais silvestres. Abra *et al.* (2020) conclui que países com recursos financeiros limitados devem considerar a adaptação de passagens subterrâneas existentes. Saito e Balestieri (2021) corroboram com esta ideia, mencionando que para promover a travessia segura da fauna e a conectividade entre os lados da rodovia, primeiro, é necessário adaptar estruturas de drenagem e as pontes para o uso da fauna, sendo preciso instalar novas infraestruturas quando as existentes não são adequadas ou não estão situadas nos locais de maior necessidade ou, ainda, quando são em número insuficiente.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



Entretanto, cabe mencionar a importância do cercamento da rodovia, que é uma das medidas mitigadoras mais eficientes para evitar a colisão veicular com fauna (SAITO; BALESTIERI, 2021). A meta-análise realizada por Rytwinski *et al.* (2016), avaliou a efetividade de diversas medidas de mitigação. Ao avaliar a presença de passagens de fauna sem cercas-guia, não foi encontrado efeito detectável na redução da mortalidade da fauna. No entanto, na avaliação dessas duas estruturas associadas, houve a redução de 83% dos eventos de atropelamentos de mamíferos de grande porte. Os resultados de Abra *et al.* (2020) indicaram que as passagens inferiores de fauna parecem adequadas para manter a permeabilidade aos mamíferos e salvaguardar uma conectividade de habitat satisfatória, mas os autores também sugerem o uso de cercas para diminuir ainda mais as mortalidades. Há trabalhos que apresentam especificações para as cercas, como tamanho de malha, altura e adaptações da parte superior, além de dispositivos para passagem unidirecional, mas é fundamental que seja prevista a sua manutenção periódica, para que mantenha sua efetividade (SAITO; BALESTIERI, 2021; THE WILDLIFE FENCING GUIDE, 2021; DÍAZ LEAL *et al.*, 2020).

É importante considerar que a dinâmica dos ecossistemas é complexa e que o diagnóstico dos *hotspots* é gerado com base em um determinado conjunto de dados, que retratam pontualmente as agregações dos atropelamentos. Portanto, alterações na paisagem (ex.: áreas naturais substituídas por pasto/agricultura), diferentes escalas temporais de análise, entre outros, podem alterar o padrão de localização dos pontos críticos. No entanto, sendo a água um recurso essencial à sobrevivência da fauna, os *hotspots* sobrepostos à corpos hídricos caracterizam padrões contundentes. Assim, a adaptação de estruturas de drenagem para o uso como passagem inferior de fauna promove conectividade ambiental, maior segurança viária, e menores custos que a implantação de medidas exclusivas de mitigação de atropelamentos de fauna.

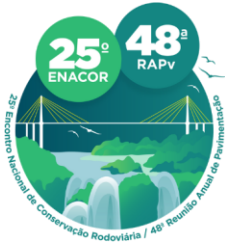
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação prática deste estudo, em novos projetos de obras lineares, direciona para que as estruturas de drenagem sejam planejadas como de uso misto, cumprindo sua função essencial e com adaptações para favorecer a utilização pela fauna, sempre que possível. Nesse contexto, os projetos de drenagem devem considerar a instalação de estruturas com capacidade maior do que o necessário para a vazão máxima e prever a instalação de passagens secas em bueiros de talvegue (como muretas laterais ou pranchas suspensas em seu interior), aumentando a utilização pela fauna e com isso reduzindo a mortalidade nas estradas.

Já para a duplicação de rodovias, há a possibilidade de contar com a adaptação das estruturas já existentes, desde que com dimensão mínima de 1,50 m, para que não seja necessária a substituição completa da infraestrutura existente e maiores alterações ambientais, exceto quando condicionado pela licença ambiental ou solicitado por outras instâncias. Tais recomendações proporcionam uma redução de custos quando comparada à instalação de estruturas específicas à fauna que podem ser exigidos ao longo das etapas do licenciamento ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, F. D. *et al.* Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, p. 247-256, 2020.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



ABRA, F. D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas**, São Paulo. Dissertação (Mestrado). Ecologia de ambientes aquáticos e terrestres. Universidade de São Paulo. 2012.

BARBOSA, K. C.; DOMENICHELLI, G. A.; AIUB, P. B.; ABRA, F. D.; MACIEL, N. A. L.; LOPEZ, R. P. G.; MOREIRA, C. A. A importância da fauna na conservação da biodiversidade: na restauração ecológica e na ecologia de estradas. **Políticas Públicas para a Restauração Ecológica e Conservação da Biodiversidade**, v. 117, 2013.

BECKMANN, J. P.; CLEVENGER, A. P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A. **Safe Passages: highways, wildlife, and habitat connectivity**. Island Press, Washington, USA. 2010.

COELHO, A. V. P. *et al.* **Siriema: road mortality software**. Manual do Usuário, 2014.

CORTEZ, H. B. **Fatores potencializadores dos atropelamentos de fauna silvestre no trecho da GO-080 entre Goiânia e Petrolina de Goiás**. Tese (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2021.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DER) – **Plano de Controle Ambiental para a duplicação da rodovia PR-445 (km 0 +000 ao acesso a Lerroville)** – Volume 5. Curitiba, 2021.

DÍAZ LEAL, J. A.; SAURI, C. I. E.; GUERRERO, V. A. S.; REYES, J. M. M. **Manual de diseño de pasos para fauna silvestre en carreteras**. 2020.

GOODWIN, B. J.; FAHRIG, L. How does landscape structure influence landscape connectivity?. **Oikos**, v. 99, n. 3, p. 552-570, 2002.

IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza). **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2022. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/> Acesso em: Out. 2022.

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.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 2004.

PEREIRA, A. D. *et al.* Don't speed up, speed kills: Mammal roadkills on highway sections of PR-445 in the south of Brazil. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 1, p. 34-46, 2021.

RIBEIRO, T. R. S. **Influências da pavimentação de rodovias em índices de atropelamento de fauna: o caso da rodovia GO-239 em Alto Paraíso de Goiás**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/23100>. Acesso em: 27 maio. 2023.

RYTWINSKI, T. *et al.* How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **PLoS one**, v. 11, n. 11, p. e0166941, 2016.

SAITO, E. N.; BALESTIERI, M. F. (Orgs). **Manual de Orientações Técnicas para Mitigação de Colisões Veiculares com Fauna Silvestre nas Rodovias Estaduais do Mato Grosso do Sul**. 1 ed. Campo Grande: SEINFRA, 2021.

SANTOS, R. H. dos. **Relatório técnico conclusivo sobre a utilização de métodos de conectividade da paisagem para prever a alocação de medidas mitigatórias aos atropelamentos de fauna**. Orientadora: Ludimilla Portela Zambaldi; Coorientadora: Paula Ribeiro Prist. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2021.

TEIXEIRA, F. Z.; COELHO A. V. P.; ESPERANDIO, I. B.; KINDEL, A. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, v. 157, p. 317–323, 2013.

The Wildlife Fencing Guide: Amphibians, Reptiles & Small Mammals. 2021. Version 1.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation biology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.