

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/355953697>

Avaliação da mortalidade por atropelamento e proposição de medidas mitigadoras para anfíbios em um hotspot de biodiversidade no Rio Grande do Sul

Article · November 2019

CITATIONS

0

READS

20

19 authors, including:



Caroline Zank

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

27 PUBLICATIONS 227 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Julia Beduschi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

11 PUBLICATIONS 83 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Deivid Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Dener Heiermann

Fundação Zoobotânica (FZB)

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Inventory of reptile fauna in Conservation Units, Rio Grande do Sul, Brazil [View project](#)



Road Ecology Tools [View project](#)

revista

Estradas

Sociedade dos Técnicos Universitários do DAER

24

ISSN 1807-426X
ANO 18
NOVEMBRO 2019

Rodovias Inteligentes

editorial

Prezado leitor,

O uso da tecnologia é cada vez maior no meio rodoviário. Além dos equipamentos de fiscalização, os tradicionais radares e lombadas, softwares e equipamentos eletrônicos ganham cada vez mais espaço no projeto, construção, operação, gestão e planejamento de rodovias e para tornar mais segura e interativa a relação dos usuários com a via.

Seguindo a proposta da Revista Estradas de sempre trazer novos temas à discussão no setor rodoviário e tentar trazer um pouco do que se pesquisa e discute em todo o mundo, escolhemos o tema Rodovias Inteligentes para este número, buscando atualizar nossos leitores sobre este tema ainda em fase de experimentações. Novas ideias têm surgido, como pavimentos brilhantes, asfalto permeável, rodovias que carregam veículos elétricos em movimento e pavimentos capazes de gerar energia, rodovias solares e “harvesting energy”. Nossa seção Tema Central traz um resumo dos principais experimentos nessa área.

O tema pavimentos geradores de energia ainda é incipiente no Brasil, mas temos um artigo, na seção Inovação, de pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que realizaram um experimento de Harvesting Energy na BR-290, na praça de pedágio de Gravataí. Temos, também, um relato sobre a criação de um laboratório de Inovação.

Nossa seção Pratas da Casa está de volta, trazendo a produção intelectual e profissional dos técnicos do DAER. Destaque o para o artigo sobre a condição da malha rodoviária pavimentada sob jurisdição do DAER e, já que falamos em inovação, a proposta de um modelo de governança de dados usando o conceito de “smart cities” na esfera estadual.

Além disso, artigos com foco na construção, com diferentes estudos sobre pavimentos, misturas e ligantes também se fazem presentes, assim como Relatos de experiência sobre publicidade na faixa de domínio e reforço de solo de subleito.

Boa leitura!

www.sudaer.com.br

REVISTA ESTRADAS

ISSN 1807-426X

Ano 18 - Nº 24 - Novembro 2019

Publicação da Sociedade dos Técnicos
Universitários do DAER/ Sociedade dos
Engenheiros Civis do DAER

Av. Borges de Medeiros, 1555 - Prédio Anexo
CEP 90110-150 - Porto Alegre - RS
(51) 3210.5076

SUDAER

PRESIDENTE

Eng. Paulo Ricardo Aquino de Campos Velho

VICE-PRESIDENTE

Eng. Janete Colombo

SECRETÁRIO

RP Sabrina dos Santos Monteiro

TESOUREIRO

Eng. Vincenzo Parizi

IDEALIZADORA

Eng. Sayene Paranhos Dias

COMISSÃO EDITORIAL

Eng. Carlos Alexandre Pinto Toniolo

Eng. José Octávio Guimarães Rodrigues

Eng. Luana Rossini Augusti

Eng. Márcio Tassinari Stumpf

Eng. Marlova Grazziotin Johnston

Eng. Sônia Maria Bortoluzzi

JORNALISTA RESPONSÁVEL

Francisco Canabarro

Mtb 8569

DIAGRAMAÇÃO E FINALIZAÇÃO

Padda Comunicação

COMERCIALIZAÇÃO

Padda Comunicação

(51) 982802743

CAPA



Atualidades DAER

DAER e UFRGS se unem para desenvolver pesquisas no setor rodoviário **04**

Reportagem

O papel do DAER num cenário de crise financeira, Concessões, e avanços tecnológicos **06**

Tema Central

Conceitos e Inovações que tornarão as rodovias mais inteligentes **10**

Inovação

Da cooperação à inovação: Uma jornada de cocriação em direção a novas oportunidades de negócios **14**

Microgeração de Energia em Pavimentos – Um Estudo de Caso em Uma Rodovia em Serviço **20**

Pratas da Casa

Avaliação da mortalidade por atropelamento e proposição de medidas mitigadoras para anfíbios em um hotspot de biodiversidade no Rio Grande do Sul **26**

Um modelo de governança de dados para o estado do Rio Grande do Sul: usando o conceito Smart Cities na esfera estadual **34**

Condição da malha rodoviária pavimentada do Estado do Rio Grande Do Sul sob jurisdição do DAER/RS a partir de levantamentos realizados em 2018 **39**

Artigos

Comparativo de Deflexões Obtidas por FWD e Viga Benkelman em Rodovias Estaduais do Programa CREMA-DAERRS **48**

Influência das dimensões do molde e do uso de aditivo surfactante nos índices de compactação giratória (CDI E TDI) **54**

Influência da aderência entre camadas de pavimentos no dano à fadiga de revestimentos asfálticos **62**

Quantificação do risco de insucesso em empreendimentos de infraestrutura decorrente da utilização de projetos inadequados **69**

Relato de Experiência

Reforço de solo de subleito: estudo comparativo de viabilidade entre os métodos de substituição de solo e utilização de geogrelhas **77**

A remoção de velhos hábitos em prol da modernização das rodovias federais - Publicidade irregular na faixa de domínio **82**

Agenda **89**

As informações, os conceitos e as opiniões emitidos nos textos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores.



Avaliação da mortalidade por atropelamento e proposição de medidas mitigadoras para anfíbios em um hotspot de biodiversidade no Rio Grande do Sul

Caroline Zank

Biolaw Consultoria Ambiental Ltda / PPG em Biologia Ecologia – UFRGS

Júlia Beduschi

PPG em Biologia Ecologia / FRGS Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF)

Deivid Pereira

UFRGS / Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do RGS

Dener Heiermann

UFRGS / Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do RGS

Marcelo Duarte Freire

PPG em Biologia Animal – UFRGS

Patrick Colombo

Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul

Alexis Kellermann

Biolaw Consultoria Ambiental Ltda

Adriano Cunha

Biolaw Consultoria Ambiental Ltda

Bibiana Campanher Ramos

UFRGS / Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do RGS

Daniel Borba Rocha

Biolaw Consultoria Ambiental Ltda

Maria Eduarda Bernardino Cunha

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Marina Vieira Rosa

Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul

Gabriela Schuck de Oliveira

PPG em Biologia Ecologia – UFRGS Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF)

Giulia Dorneles Barbieri de Campos

Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF)

Érico Moreira de Miranda

PPG em Biologia Animal – UFRGS

Natália Dallagnol Vargas

PPG em Biologia Animal – UFRGS

Samuel Ferreira Gohlke

UFRGS / Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do RGS

Luiz Carlos de Lima Leite

DAER / Superintendência de Estudos e Projetos - Seção de Meio Ambiente

Andreas Kindel

UFRGS PPG em Biologia Ecologia – UFRGS (NERF)

1 POR QUE AVALIAR MORTALIDADE DE ANFÍBIOS EM RODOVIAS?

O Brasil possui uma extensão de dois milhões de quilômetros de rodovias pavimentadas e não-pavimentadas (CIA, 2019), que representam o principal meio de transporte, tanto de pessoas quanto de bens materiais. As rodovias, apesar de fundamentais no contexto socioeconômico, produzem diversos impactos ambientais negativos, incluindo o atropelamento da fauna, que pode resultar no declínio populacional de inúmeras espécies (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009; JACKSON; FAHRIG, 2011).

O impacto das estradas sobre as populações de vertebrados vem sendo reportado há décadas ao redor do mundo, sendo os anfíbios apontados como o principal

grupo de vertebrados afetados pela mortalidade em rodovias (GLISTA; DEVAULT; DEWOODY, 2007). Estudos de monitoramento de fauna atropelada apontam que mais de 90% dos vertebrados atropelados são anfíbios (PUKY, 2005). Dois fatores relacionados à biologia destes organismos são preponderantes para este alto percentual: a necessidade de migração para a reprodução e consequente aumento de exposição às rodovias e o seu comportamento de resposta ao tráfego de veículos. De forma geral, os anfíbios não conseguem perceber o veículo como um risco e não respondem a tempo de evitar a colisão (JACOBSON et al., 2016), levando a um aumento exponencial dos atropelamentos à medida que o volume do tráfego aumenta.

Apesar de os anfíbios serem altamente impactados pelas rodovias, eles são o grupo de vertebrados mais negligenciados em estudos de avaliação de atropelamentos de fauna,

principalmente no âmbito do licenciamento ambiental. Os métodos de diagnóstico e monitoramento usualmente adotados são ineficazes, pois em virtude do seu tamanho diminuto, são animais de difícil detecção pelo observador e as carcaças são rapidamente removidas da via (TEIXEIRA et al., 2013). A falta de reconhecimento do impacto das estradas sobre os anfíbios inviabiliza um planejamento de medidas de mitigação voltado para as necessidades específicas desse grupo.

Essa situação é ainda mais preocupante visto que 41% das espécies de anfíbios estão globalmente ameaçadas de extinção (IUCN, 2019), sendo de extrema relevância a mitigação dos potenciais impactos causadores de declínio populacional dessas espécies. Mesmo as Unidades de Conservação (UC), uma das principais estratégias utilizadas para evitar ou minimizar a trajetória de extinções de espécies, não estão livres dos efeitos das estradas. Muitas unidades de conservação brasileiras são margeadas ou até mesmo atravessadas por estradas, o que pode comprometer ou fragilizar a proteção da fauna, dependendo do tráfego e do manejo adotado pela UC (CBEE, 2018).

1.1 A ERS-486 E A RESERVA BIOLÓGICA ESTADUAL MATA PALUDOSA COMO UM ESTUDO DE CASO

A rodovia ERS-486 ou Rota do Sol é a principal ligação entre os municípios do Litoral Norte e da Serra Gaúcha, servindo tanto para o escoamento da produção como para a circulação de turistas. Próximo à sede do Município de Itati, no Rio Grande do Sul, a rodovia cruza a Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa (REBIO Mata Paludosa), uma unidade de conservação de proteção integral com 271,87 hectares, que protege áreas de transição entre os ambientes

de encosta e de planície, onde há uma heterogeneidade de microambientes ideais para ocorrência de anfíbios (Figura 1) (SEMA, 2017).

Na REBIO Mata Paludosa ocorrem 35 espécies de anfíbios, sendo esta a área de proteção integral com a maior riqueza de espécies do Rio Grande do Sul e uma das zonas mais importantes da Mata Atlântica stricto sensu no sul do Brasil (PEREIRA; COLOMBO, 2016). Essas 35 espécies representam cerca de 35% das espécies conhecidas de anfíbios no Estado, sendo que quatro delas estão ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Figura 2) (RIO GRANDE DO SUL, 2014). A perereca-castanhola (*Itapotihyla langsdorffii*) e a perereca-risadinha (*Ololygon rizibilis*) se encontram na categoria “Criticamente em Perigo”, enquanto a perereca-macaca (*Phyllomedusa distincta*) e a rã-arlequim (*Sphaenorhynchus caramaschii*) estão na categoria “Em Perigo”. Importante destacar que a REBIO Mata Paludosa é o único local de ocorrência da perereca-castanhola no Estado.

Durante os meses de verão, período que coincide com a época reprodutiva dos anfíbios, e onde há maior atividade e deslocamento entre habitats reprodutivos e não reprodutivos, a rodovia ERS-486 recebe um incremento no fluxo de veículos de 61% (SMT- DAER, 2018), o que implica em um grande aumento no risco de atropelamentos.

Nesse trabalho, são apresentadas algumas novas abordagens para avaliar padrões de atropelamentos de anfíbios, utilizando como estudo de caso o trecho da ERS-486 que corta a REBIO Mata Paludosa, e propondo um conjunto de estruturas de mitigação específicas para este grupo até hoje não exploradas no contexto nacional.

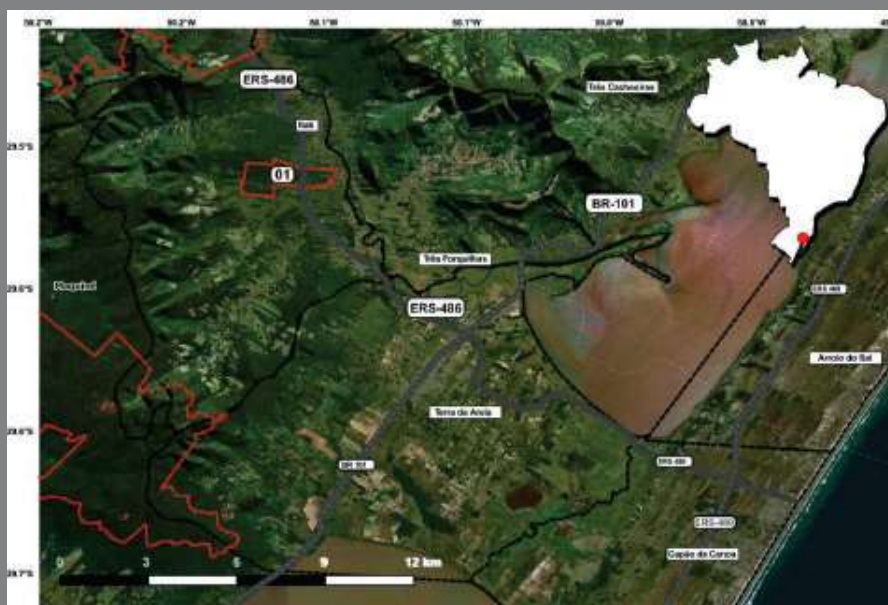


Figura 1 - Mapa com a localização da ERS-486 (Rota do Sol) e os limites da Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa

Onde, 01- representa os limites da Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa no Município de Itati, Rio Grande do Sul, Brasil.



Figura 2 - Espécies de anfíbios ameaçadas de extinção encontradas na REBIO Mata Paludosa

Onde, 1 - perereca-castanhola (*Itapotihyla langsdorffii*); 2 - perereca-risadinha (*Ololygon rizibilis*); 3 - perereca-macaca (*Phyllomedusa distincta*) e 4 - rã-arlequim (*Sphaenorhynchus caramaschii*).

2 COMO AVALIAR ATROPELAMENTO DE ANFÍBIOS EM RODOVIAS?

No âmbito do licenciamento ambiental, os termos de referência para os estudos da fauna atropelada, frequentemente, determinam levantamentos nas rodovias utilizando observadores embarcados em veículos à uma velocidade aproximada de 50 km/h e com frequência mensal. Porém, esse método é ineficiente para amostrar animais pequenos por dois motivos: (1) esses animais são de difícil visualização a partir do interior do veículo, ainda mais quando em movimento (baixa eficiência do observador); e (2) o tempo que as carcaças desses animais permanecem na rodovia é inferior a 24 horas (baixo tempo de persistência) (SANTOS; CARVALHO; MIRA, 2011). Sendo assim, o resultado da aplicação das amostragens usuais é um número

subestimado de animais que morrem.

Para amostrar a fauna de anfíbios atropelada o levantamento deve ser realizado a pé com intervalos menores de 24 horas entre as amostragens. Neste estudo, foi estimado o número de anfíbios atropelados realizando as amostragens com quatro observadores percorrendo o trecho da rodovia a pé duas vezes ao dia, logo ao amanhecer, para contabilizar os atropelamentos que ocorreram no período da noite, e ao entardecer para contabilizar os atropelamentos do período do dia. Cada campanha mensal foi realizada por sete dias consecutivos a fim de incorporar a variação semanal do tráfego de veículos, totalizando 14 amostragens da rodovia por campanha. As amostragens abrangeram o período reprodutivo e, portanto, de maior atividade e deslocamento dos anfíbios, que coincide com a temporada de

maior mortalidade nas rodovias, estendendo-se de outubro a março, totalizando seis campanhas.

Para uma estimativa adequada do número de animais atropelados em uma rodovia, deve-se reconhecer os erros de observação que são inerentes a qualquer amostragem. Mesmo adotando métodos adequados, um observador raramente detecta 100% do que está presente. Os erros de amostragem em levantamentos da fauna atropelada estão relacionados, principalmente, à eficiência do observador (a probabilidade de o observador registrar uma carcaça que está disponível na via) e à persistência da carcaça (a probabilidade de a carcaça estar disponível para ser registrada). Uma forma de melhorar a quantificação da mortalidade é obtendo a estimativa destes erros a partir de experimentos. Neste estudo,

foram dispostas na rodovia carcaças de anfíbios previamente coletadas, e após foi realizado o monitoramento dos atropelados com uma equipe de observadores que não conheciam a localização das carcaças. Ao término, foram contabilizadas as carcaças detectadas e não detectadas pelos observadores, excluindo aquelas que foram removidas durante a execução do experimento. Desta forma, foi estimada uma probabilidade de 62% (Intervalo de Confiança= 47-76%) de o observador detectar uma carcaça de anfíbio que está disponível na via. Para calcular a probabilidade de persistência da carcaça, depois do experimento de detecção, as mesmas carcaças dispostas foram marcadas com spray e revisadas a cada hora durante 15 horas consecutivas. A probabilidade de uma carcaça permanecer na via a cada hora foi estimada em 67% (IC 54 – 83%) com um tempo médio de persistência em 11 horas.

A importância de avaliar esses dois fatores de erro descritos acima (eficiência do observador e persistência da carcaça) é evidenciada quando se compara o número de animais atropelados observado e o número de animais estimado. No presente estudo, foram registrados 889 anfíbios atropelados no trecho de ~1 km em que a ERS-486 atravessa a REBIO Mata Paludosa e foram estimados 7.373 (IC 5298-10628) anfíbios mortos nos seis meses de amostragem. Ou seja, mesmo em um estudo realizado a pé, com duas revisões diárias e com uma frequência de amostragem mais intensa do que qualquer outro estudo feito no Brasil até o momento, a quantidade de animais mortos estimada foi de 8,3 vezes superior à mortalidade observada. Portanto, uma amostragem adequada gera estimativas mais acuradas e são fundamentais para subsidiar a relevância e urgência

da mitigação e, posteriormente, para avaliar se as medidas adotadas obtiveram êxito.

3 COMO MITIGAR A MORTALIDADE DE ANFÍBIOS EM COMUNIDADES MEGADIVERSAS?

Um programa de medidas mitigadoras em rodovias compreende o conjunto de ações a serem realizadas na fase de implantação e/ou operação do empreendimento, visando à redução de determinado(s) impacto(s). A indicação e implantação de ações que reduzam a mortalidade e o isolamento de populações são cada vez mais comuns. Passagens de fauna, cercas-guia ou direcionadoras e redutores de velocidade são algumas das possíveis medidas mitigadoras e sua implantação demanda um planejamento adequado da configuração e disposição destas estruturas, incluindo a posterior avaliação da efetividade das mesmas (HAMER; LANGTON; LESBARRÈRES, 2015; GUNSON et al., 2016).

Em virtude da necessidade comprovada de se indicar medidas complementares que eliminem ou reduzam substancialmente os atropelamentos no trecho em que a Rota do Sol cruza a REBIO Mata Paludosa e que também abranjam animais de hábito arborícola e terrícola, foram inicialmente propostos quatro possíveis cenários como plano de mitigação complementar. Estes cenários diferiram na complexidade, no custo de implantação e manutenção e no grau de incerteza quanto à sua efetividade para redução da mortalidade de vertebrados em geral. Uma descrição completa de cada um dos cenários pode ser obtida no relatório técnico referente ao monitoramento de Fauna na rodovia

ERS-486 (Rota do Sol) no segmento que transpõe a Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa – Relatório final Etapa 1 (BIOLAW; DAER, 2018).

Considerando que, os banhados são ambientes complexos e sensíveis à contaminação e intervenção e, portanto, não deveriam sofrer qualquer impacto direto ou indireto que pudesse prejudicar ainda mais as espécies de anfíbios que lá ocorrem. O presente relato se restringiu à descrição dos dois cenários com menor impacto construtivo e menor intervenção nos ambientes marginais da rodovia, além de um menor custo de implantação, mas que ainda assim possuem uma perspectiva de efetividade elevada na redução dos atropelamentos e na manutenção da conectividade dos habitats.

Com base em uma análise de identificação de zonas críticas de fatalidades (ou hotspots de atropelamentos) e nos grupos faunísticos alvo da mitigação, o cenário escolhido envolve um programa de mitigação que inclui o cercamento de todo o trecho que corta a REBIO Mata Paludosa, a instalação de seis passagens inferiores adicionais para fauna terrícola de pequeno porte e cinco passagens superiores para as espécies arborícolas (Figura 3; Figura 4). Contudo, em decorrência das incertezas relacionadas à efetividade das cercas direcionadoras e das passagens aéreas para garantir o bloqueio do acesso e as travessias seguras de anfíbios arborícolas, respectivamente, foi proposto um cenário 2 alternativo (quadrado vermelho da Figura 3) no qual serão implantadas e avaliadas, em caráter experimental, parte das estruturas propostas no cenário 1. Posteriormente, com base nos resultados da avaliação experimental, o cenário 1 ou suas adequações poderão ser implantados de forma plena.

CENÁRIOS 1 e 2 - No cenário 1, haveria a implantação de um conjunto de estruturas que incluem o cercamento de toda extensão da rodovia que transpassa a REBIO Mata Paludosa, a implantação de seis passagens inferiores adicionais para fauna terrícola de pequeno porte e cinco passagens superiores para as espécies arborícolas. Em virtude das incertezas relacionadas à efetividade das cercas e das passagens aéreas, no cenário 2, foi proposta a instalação inicial de parte das estruturas propostas no cenário 1 em caráter experimental.

✓ Vantagens

- Menor custo
- Não necessita desvio de fluxo
- Inovação de medidas focadas em anfíbios

✗ Desvantagens

- Efetividade das passagens superiores não testadas
- Manutenção das passagens e cercas
- Risco de roubo das cercas

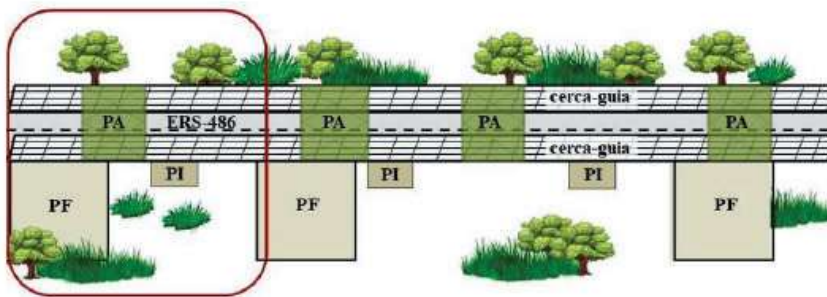


Figura 3 – Imagem representando a configuração das estruturas propostas nos cenários 1 e 2, com suas vantagens e desvantagens elencadas

Onde, PF - representam as três passagens de fauna previamente existentes nos limites da REBIO Mata Paludosa; PA - representam as passagens aéreas e PI - as passagens inferiores propostas e a representação das cercas-guia a serem instaladas em toda a extensão da ERS-486 que transpassa a REBIO Mata Paludosa.

Figura 4 – Imagem representando a indicação preliminar das estruturas necessárias e respectivas localizações ao longo da REBIO Mata Paludosa indicadas nos cenários 1 e 2 de medidas de mitigação

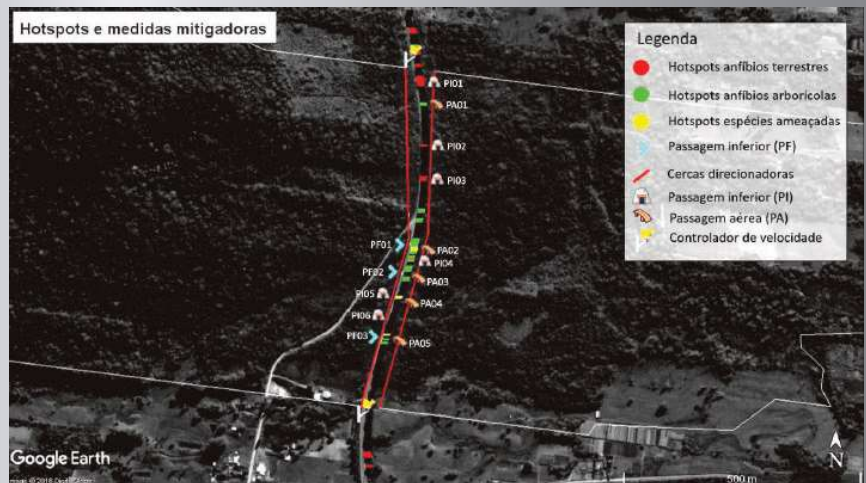


Figura 5 – Modelos das estruturas mitigadoras indicadas



Cerca direcionadora produzida pela empresa ANIMEX (<https://animexfencing.com/>). Em 1- observar a dobra superior e em 2 - a passagem inferior de fauna recomendadas para diminuir a mortalidade de anfíbios terrícolas. Em 3 - a indicação da forma de adaptação da cerca à passagem em função das diferenças de altura das duas estruturas e 4 - as especificações técnicas do túnel climático recomendado (detalhes em http://www.aco.si/fileadmin/standard/aco_si/documents/Wildlife_Price_List_2.pdf).

As passagens inferiores recomendadas são de fácil implantação e garantem maior homogeneidade climática com o ambiente do entorno, sobretudo nos níveis de umidade, fator demonstrado como importante para garantir o uso das passagens por alguns anfíbios (Figura 5) (HAMER; LANGTON; LESBARRÈRES, 2015). Essas passagens de fauna são instaladas no nível da rodovia e com um espaçamento de até 30 metros entre elas em zonas críticas de fatalidades. Contudo, passagens de fauna implantadas isoladamente não têm se mostrado suficientes para mitigar a mortalidade de anfíbios, sendo imprescindível a sua associação com cercas-guia (CUNNINGTON et al., 2014). Entretanto, cercas capazes de bloquear a travessia de estradas por anfíbios arborícolas permanecem sendo um grande desafio e, até o momento, não existe uma solução testada para comunidades neotropicais. O modelo de cerca indicado no cenário 1 possui altura de 1,20 metro e com dobra superior para evitar que os animais consigam transpor este obstáculo (Figura 5). Esse modelo tem eficiência comprovada para os demais grupos de pequenos vertebrados (ANIMEX, 2019) e será testado para anfíbios arborícolas pela primeira vez no Brasil.

Por fim, em decorrência da falta de literatura conhecida que confirme o uso das passagens inferiores por anfíbios arborícolas, foram indicadas passagens aéreas nos locais de maior mortalidade dessas espécies. Para permitir travessias seguras e conectividade para as populações das espécies desse grupo, que inclui as quatro espécies de anfíbios ameaçadas de extinção com ocorrência na REBIO Mata Paludosa,

foi recomendada a implantação de cinco passagens aéreas cobertas com tela de malha 15x25mm ancorada na vegetação marginal. A expectativa é que a tela seja colonizada por vegetação, inicialmente lianas, estabelecendo a continuidade de copas entre a floresta nas duas margens da rodovia.

Além dos anfíbios, esse programa de mitigação complementar pretende beneficiar também répteis e mamíferos de pequeno e médio porte, de hábitos arborícolas e escansoriais.

IMPLICAÇÕES FUTURAS

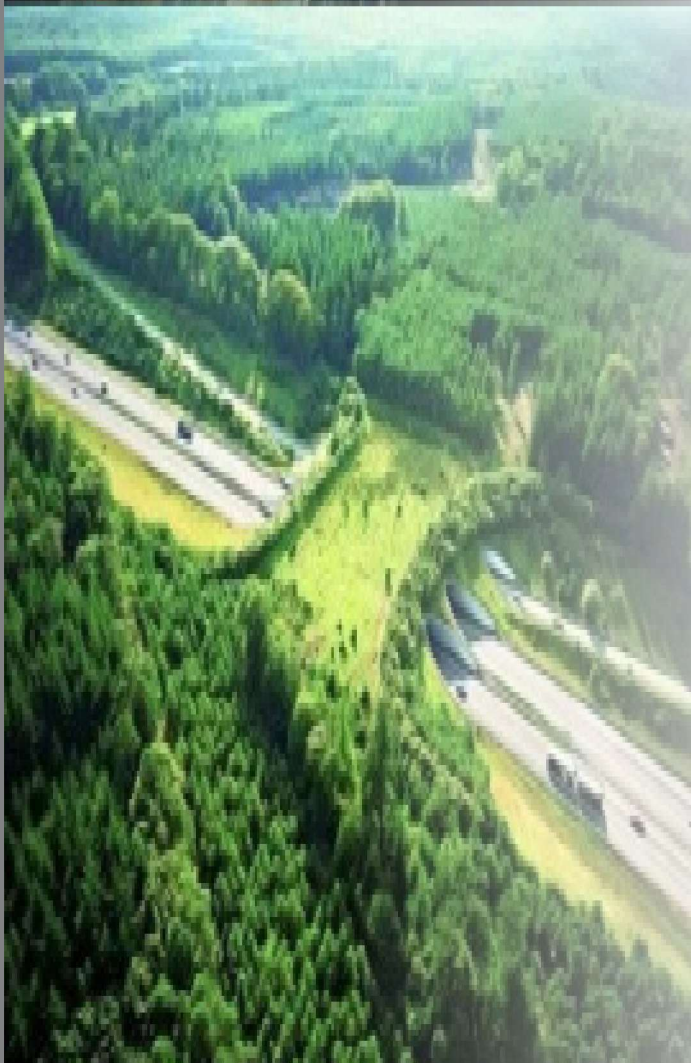
Este é o primeiro esforço de avaliação de mortalidade e planejamento da mitigação de anfíbios conhecido para o Brasil. Além disso, nossa abordagem inova em três aspectos fundamentais: (1) aplica amostragens mais robustas para avaliar a dimensão do problema, (2) adota uma implantação gradual das medidas de mitigação em uma perspectiva de manejo adaptativo (NOBLE, 2000) e (3) possui um programa de mitigação com estruturas planejadas para anfíbios, mais especificamente, para espécies arborícolas. Os resultados encontrados indicam claramente, tanto em quantidade como em localização dos hotspots de mortalidade, a necessidade de avaliar e planejar a mitigação da mortalidade de anfíbios em sítios com especial relevância ou interesse para a conservação deste grupo faunístico, levando em consideração os diferentes hábitos (terrácolas e arborícolas).

Se espera que nos próximos anos ocorra um incremento na indicação e implantação de medidas para reduzir a mortalidade e aumentar a permeabilidade de paisagens. No Brasil, convém destacar, foi publicada a Portaria Interministerial nº 288, de

16 de julho de 2013, prevendo que rodovias federais que não possuem licença ambiental passem por processos de regularização, através do Programa de Rodovias Federais Ambientalmente Sustentáveis (PROFAS), que deverão ser executados no prazo máximo de vinte anos. A partir disso, acredita-se que haja a proposição de medidas mitigadoras para parte dos 55.000 quilômetros de estradas que serão avaliados. Com relação às áreas naturais protegidas, em 23 de março de 2018, o Ministério do Meio Ambiente publicou a Portaria nº 75, instituindo o Programa Conectividade de Paisagens-Corredores Ecológicos, que tem como objetivo integrar políticas públicas que propiciem a conectividade entre as áreas protegidas e os seus interstícios.

Em escala regional, a Diretriz nº06 de 2018 da FEPAM passa a reconhecer a necessidade de monitorar a mortalidade de anfíbios no licenciamento de infraestruturas viárias, sobretudo em trechos de maior probabilidade de ocorrência, como margem de áreas úmidas e Unidades de Conservação. Todos estes instrumentos e políticas públicas certamente aumentarão a demanda por soluções tecnológicas capazes de mitigar a mortalidade de anfíbios em rodovias.

As alternativas apresentadas e em desenvolvimento neste estudo de caso, resultantes da colaboração entre os múltiplos setores com atuação no tema da ecologia de rodovias (empreendedor público, licenciador ambiental, empresa de consultoria e academia) devem servir como modelos passíveis de replicação e adaptação para os diferentes contextos brasileiros, tanto na regularização de passivos ambientais de estradas já em operação quanto em estradas a serem pavimentadas ou construídas.



REFERÊNCIAS

- ANIMEX. Animex wildlife mitigation solutions. Disponível em: <<https://animexfencing.com>>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (CIA). The world fact book 2018-2019. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/geos/br.html>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- NOBLE, B. F. Strengthening EIA through adaptive management. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 20, n. 1, p. 97–111, 2000.
- BIOLAW CONSULTORIA AMBIENTAL; DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E. Monitoramento de Fauna na rodovia ERS-486 (Rota do Sol) no segmento que transpõe a Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa, em Itati, RS- Relatório final Etapa I Porto Alegre, 2018.
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (CIA). The world fact book 2018-2019. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/geos/br.html>>.
- CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. Unidades de Conservação e Impactos de Empreendimentos Lineares. Lavras: [s.n.]. Disponível em: <www.dbi.ufla.br/cbee>.
- CUNNINGTON, G. M. et al. Culverts alone do not reduce road mortality in anurans. *Ecoscience*, v. 21, n. 1, p. 69–78, 2014.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, v. 14, n. 1, 2009.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). Diretriz Técnica N° 06 de 2018, referente ao Termo de Referência para o monitoramento de fauna em rodovias. Rio Grande do Sul, 2018.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*, v. 3, n. 1, p. 77–87, 2007.
- GUNSON, K. et al. Best management practices for Mitigating the Effect of Roads on Amphibian and Reptile Species at Risk in Ontario. Ontario: [s.n.].
- HAMER, A. J.; LANGTON, T. E. S.; LESBARRÈRES, D. Making a safe leap forward: Mitigating road impacts on amphibians. In: *Handbook of road ecology*. Chichester: Wiley, 2015. p. 261–270.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species Version 2019-2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 ago. 2019.
- JACKSON, N. D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, v. 144, n. 12, p. 3143–3148, dez. 2011.
- JACOBSON, S. L. et al. A behavior-based framework for assessing barrier effects to wildlife from vehicle traffic volume. *Ecosphere*, v. 7, n. 4, p. 1–15, 2016.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). PORTARIA INTERMINISTERIAL N° 288, DE 16 DE JULHO DE 2013 Institui o Programa de Rodovias Federais Ambientalmente Sustentáveis – PROFAS, para fins de regularização ambiental das rodovias federais. 2013
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). PORTARIA N° 75, DE 26 DE MARÇO DE 2018. Dispõe sobre a instituição do Programa Nacional de Conectividade de Paisagens, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente. DOU de 28/03/2018, nº 60, Seção 1, p. 160. 2018.
- NOBLE, B. F. Strengthening EIA through adaptive management. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 20, n. 1, p. 97–111, 2000.
- PEREIRA, D.; COLOMBO, P. Composição e fatores de ameaça da fauna de anfíbios anuros da Reserva Biológica Estadual da Mata Paludosa, Rio Grande do Sul, Brasil... Porto Alegre: 2016
- PUKY, M. Amphibian road kills: a global perspective. In: IRWIN, C. L.; GARRET, P.; K.P., M. (Eds.). *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation*. Raleigh: North Carolina State University, 2005. p. 325–338.
- RIO GRANDE DO SUL. Decreto no 51.797, de 8 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul, 2014.
- SANTOS, S. M.; CARVALHO, F.; MIRA, A. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PloS one*, v. 6, n. 9, p. e25383, jan. 2011.
- SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMA). Unidades de Conservação Estaduais - Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/reserva-biologica-estadual-mata-paludosa>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- SMT- DAER. Dados eletrônicos obtidos junto aos controladores de velocidade referente ao fluxo de veículos na ERS-486. DAER, 2018.
- TEIXEIRA, F. Z. et al. Vertebrate road mortality: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*, v. 157, p. 317–323, 2013.