

GUIÃO DE BOAS PRÁTICAS

Soluções para Minimização de Impactes das Estradas na Fauna





FICHA TÉCNICA

Coordenação da edição

Graça Garcia, Luís G. Sousa, Pedro A. Salgueiro, João Craveiro, Nuno M. Pedroso, António Mira.

Contribuições

André Oliveira, Carmo Silva, Sofia Eufrázio, Tiago Pinto.

Créditos fotográficos

Graça Garcia (GG), Luís Guilherme Sousa (LGS), Pedro A. Salgueiro (PAS), Neftalí Sillero (NS), Unidade de Biologia da Conservação (UBC).

Ilustrações

Infraestruturas de Portugal, SA (IP), Luís Guilherme Sousa (LGS), Pedro A. Salgueiro (PAS).

Design gráfico

Rui Belo

ISBN

978-972-778-225-3

Edição

Universidade de Évora

Este documento deve ser citado como:

Garcia, G., Sousa, L.G., Salgueiro, P.A., Craveiro, J., Pedroso, N.M., Mira, A. (2021) Guião de Boas Práticas: Soluções para minimização de impactes das estradas na fauna. Projeto LIFE LINES. Universidade de Évora. ISBN: 978-972-778-225-3.

Com o aumento da rede de infraestruturas rodoviárias em Portugal nas últimas décadas e do volume de tráfego associado ao transporte de pessoas, bens e produtos, os atropelamentos de fauna são uma fatalidade com um impacto cada vez mais expressivo na segurança rodoviária e na conservação das espécies. Este impacto, associado à fragmentação do habitat e efeito barreira ao movimento dos animais, que reduzem o contacto entre diferentes populações, bem como a dimensão das mesmas, podem pôr em causa a viabilidade de muitas populações aumentando o seu risco de extinção. Por estas razões, afigura-se como uma condição determinante a implementação de soluções e medidas que permitam prevenir e reduzir o risco de atropelamento dos animais, assim como os acidentes rodoviários.

Este **Guião de Boas Práticas** reúne um conjunto de intervenções implementadas e testadas no âmbito do projeto LIFE LINES (LIFE14 NAT/PT/001081) coordenado pela Universidade de Évora, em estreita parceria com entidades responsáveis pela gestão e manutenção das infraestruturas rodoviárias: IP – Infraestruturas de Portugal, CME – Câmara Municipal de Évora e CMMN – Câmara Municipal de Montemor-o-Novo. Estas intervenções, pela natureza do projeto e o seu enquadramento geográfico, baseiam-se em soluções demonstrativas e inovadoras no contexto nacional, direcionadas fundamentalmente à fauna, e cuja eficácia é avaliada e ponderada pelo custo de implementação e manutenção, para que a sua replicação seja considerada em futuras empreitadas noutros contextos geográficos e para outras espécies.

A elaboração deste Guião tem como objetivo divulgar as soluções implementadas, nomeadamente as suas características, requisitos técnicos e relação custo-benefício, providenciando uma base de trabalho para avaliação de alternativas que previnam impactos sobre a fauna em contextos de planeamento de novas estradas, requalificação de infraestruturas rodoviárias já existentes, ou mitigação de eventos de mortalidade localizados, contribuindo desta forma para a promoção da segurança rodoviária, precavendo acidentes decorrentes de encontros com animais de médio ou grande porte. Esta informação é dirigida a entidades responsáveis pela Avaliação de Impacte Ambiental de estradas (Agência Portuguesa do Ambiente, Instituto de Conservação da Natureza e Florestas), entidades gestoras de estradas (concessionárias, autarquias), empresas de projetistas, de consultoria ambiental, de construção e manutenção de estradas, e outras entidades que promovam a implementação de boas práticas ambientais. A aplicação deste Guião estende-se pelas áreas de planeamento e ordenamento do território, projeto e gestão de infraestruturas, e de ciências ambientais.





Coruja-das-torres (*Tyto alba*) | UBC

Índice

Objetivos do Guião	3
O Projeto LIFE LINES	6
Área de intervenção	7
Impactes ecológicos das infraestruturas rodoviárias	8
Planeamento, execução e manutenção das soluções	9
Soluções para as infraestruturas rodoviárias	11
Tipologia de soluções	11
Chave para identificação das soluções propostas neste Guia segundo a tipologia de impactes	14
Interpretação das fichas das soluções	15
Fichas de soluções para minimizar impactes das estradas na fauna	17
Passadiços para fauna terrestre em passagens hidráulicas	18
Passagens para anfíbios	20
Barreiras permanentes em betão e barreiras amovíveis em lona para anfíbios	22
Barreiras em rede para elevação de voo	26
Vedações em rede de malha progressiva	28
Vedações com rede complementar em “L”	30
Rede dissuasora de coelhos	32
Refletores luminosos para aves de rapina noturnas	34
Protótipo dissuasor de micromamíferos em bermas	36
Sinalização vertical de anfíbios	38
Avaliação custo-benefício das soluções	40
Bibliografia citada e recomendada	42

O Projeto LIFE LINES

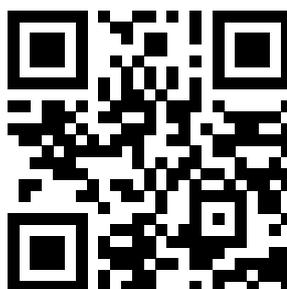
Por ano morrem milhares de animais em estruturas lineares de transporte e energia, atropelados nas estradas, colhidos nas ferrovias, ou por colisão e eletrocussão em linhas elétricas de média e alta tensão. O impacto destas mortes põe em causa a preservação da diversidade biológica, mas há soluções que permitem atenuar estes efeitos.

O **Projeto LIFE LINES – Rede de Infraestruturas Lineares com Soluções Ecológicas** (LIFE14NAT/PT/001081) surgiu com o objetivo de contribuir para a criação de uma **Infraestrutura Verde** que promova **refúgios para plantas e animais**, e o seu **movimento seguro ao longo das infraestruturas lineares**, assegurando os serviços dos ecossistemas e atenuando assim o impacto negativo das mesmas na biodiversidade.

O projeto é coordenado pela Universidade de Évora e tem como parceiros a Universidade de Aveiro, a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, as Câmaras Municipais de Évora e Montemor-o-Novo, a Infraestruturas de Portugal S.A., a MARCA – Associação de Desenvolvimento Local e a QUERCUS – Associação Nacional de Conservação da Natureza. O LIFE LINES tem ainda como colaboradores a GNR – Guarda Nacional Republicana, a REN – Redes Energéticas Nacionais SGPS S.A. e a E-REDES. O projeto foca-se na promoção e recuperação da biodiversidade, numa área onde esta ainda se encontra bem preservada, mas que apresenta uma série de infraestruturas lineares que podem pôr em risco algumas populações de animais e plantas ocorrentes na sua área de intervenção.

As infraestruturas lineares de transporte, em particular as estradas, são um dos pontos mais abordados no âmbito deste projeto. Nesta área em particular, o LIFE LINES, entre muitas outras ações, implementou e testou a eficácia de várias medidas de minimização de impactes resultantes das estradas, incluindo a mitigação dos atropelamentos de fauna, e desenvolveu uma Base de Dados Nacional de Atropelamentos de Fauna e uma Aplicação Móvel para que o público possa contribuir de forma ativa para a recolha de dados.

SAIBA MAIS EM
LIFELINES.UEVORA.PT



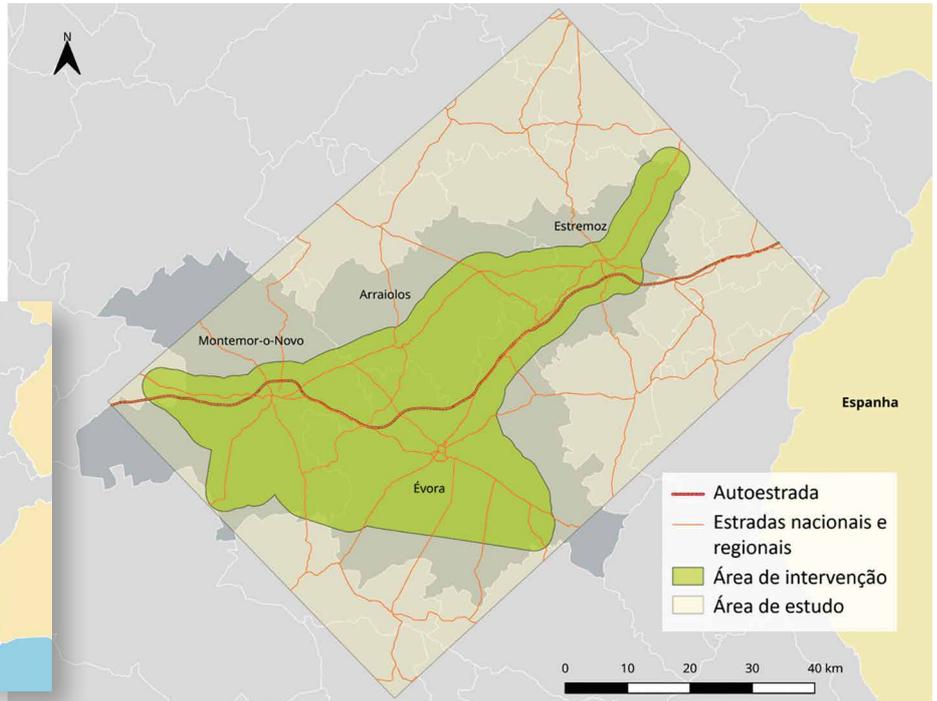
A área de intervenção do LIFE LINES é atravessada pelo principal corredor de transportes terrestres entre Lisboa e Madrid, onde existe uma elevada concentração de rodovias e de linhas elétricas de transporte e distribuição de energia. Esta área com 210 000 ha abrange os municípios de Évora, Montemor-o-Novo, Estremoz, Arraiolos e, marginalmente, Vendas Novas e Monforte.



2015-2021



Alentejo Central



Objetivos do Projeto:



Impactes ecológicos das infraestruturas rodoviárias

Embora a mortalidade de fauna por atropelamento seja a face mais visível do impacte das estradas, existem outros fatores que afetam de igual ou pior forma as populações de animais e de plantas que vivem na proximidade destas infraestruturas. A destruição dos habitats que decorre da construção da estrada é o primeiro impacte. Seguem-se impactes causados pela presença da estrada, como o efeito barreira: ruído do trânsito e as luzes dos veículos assustam e afastam os animais que vivem nas proximidades, e as vedações, que acompanham muitas estradas, criam barreiras ao atravessamento de algumas espécies.

A poluição causada pelos gases libertados pelos escapes, eventuais perdas de óleo ou combustível dos veículos, ou mesmo o lixo largado pelos próprios condutores degrada a área envolvente, por vezes até longas distâncias da estrada através da contaminação de cursos de água. No entanto, as zonas marginais das estradas podem também funcionar como refúgio e dispersão para alguns animais, como mamíferos de pequeno porte (ratinhos e musaranhos) e borboletas. Também podem constituir locais de ocorrência de plantas nativas aumentando a diversidade florística, especialmente em áreas onde o habitat circundante é menos diverso, como em ambientes agrícolas ou de pastoreio intensivo.



Esquema adaptado de Seiler, 2002 [1]

Planeamento, execução e manutenção das soluções

A seleção e implementação das soluções descritas neste Guião devem ter em conta os passos descritos no Quadro seguinte, nomeadamente a obtenção de informação preliminar, os critérios relevantes a considerar, os requisitos para a sua boa execução e manutenção e a monitorização da sua eficácia

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Informação preliminar</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar locais com risco potencial ou confirmado de mortalidade, baseados em: <ul style="list-style-type: none"> • Registos de mortalidade (se a via já existir); • Mapas de ocorrência de espécies susceptíveis / ameaçadas; • Mapas de conectividade; • Situações específicas, <i>e.g.</i>, linhas de água com vegetação ripícola, charcos na proximidade de estradas (< 500 m). 2. Identificar as espécies mais suscetíveis a atropelamento. 3. Identificar as características do local ou da estrada que condicionem as intervenções: <ul style="list-style-type: none"> • Cota, tipo de perfil transversal, declive e sinuosidade da estrada; • Permeabilidade da estrada (localização de passagens inferiores, superiores e hidráulicas com potencial para uso pelas espécies-alvo e distância entre elas, presença de vedações e suas características).
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Seleção e planeamento das ações</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar as medidas adequadas de acordo com o objetivo da intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Impedir atravessamentos / direcionar a fauna para passagens (barreiras, vedações); • Proporcionar passagens seguras (passagens inferiores / superiores / hidráulicas); • Dissuadir a proximidade a estradas (refletores, rede dissuasora de coelhos, emissores de sons e ultrassons). 2. Selecionar as medidas adequadas a implementar, tendo em consideração: <ul style="list-style-type: none"> • As espécie-alvo e a sua ecologia; • As características e permeabilidade da paisagem envolvente; • As características da infraestrutura; • A relação custo-benefício das medidas. 3. Desenhar e planear as soluções a implementar, levando em consideração as necessidades e os requisitos já identificados nas fases anteriores: <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar a tipologia de solução, o local de implementação, as características específicas, a extensão/dimensão e os materiais mais adequados; • Elaborar o projeto (se aplicável). 4. Identificar o período mais adequado para a execução da intervenção, tendo em consideração: <ul style="list-style-type: none"> • Condições meteorológicas sazonais; • Ecologia das espécies; • Volume e sazonalidade de tráfego (no caso das vias já existentes).
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Execução</p>	<p>A execução das soluções deve cumprir rigorosamente o projeto e/ou as indicações fornecidas e ser acompanhada por técnicos com experiência e conhecimento sobre os requisitos destas soluções e os cuidados a ter em termos ecológicos.</p>

Manutenção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar regularmente o estado das soluções executadas, levando em consideração a durabilidade dos materiais, a degradação causada pela utilização da via, acidentes rodoviários, ou eventos meteorológicos extremos (chuva, inundações), entre outros. 2. Proceder às reparações necessárias das soluções, sempre que se encontrarem danificadas, e/ou à sua limpeza quando houver acumulação de lixo. 3. Efetuar a gestão da vegetação de forma regular para que não seja colocada em causa a eficácia das medidas implementadas.
Monitorização Gestão adaptativa Ajustamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitorização de: <ul style="list-style-type: none"> • Efeitos sobre a mortalidade de fauna (alteração de padrões), a abundância e os movimentos da fauna na envolvente; • Comportamento dos animais relativamente às soluções implementadas. 2. Avaliação da eficácia das soluções implementadas. 3. Ajustamento das soluções implementadas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificação de problemas; • Reversão ou melhoramento das soluções implementadas.



Soluções para as infraestruturas rodoviárias

Tipologia de soluções

As soluções descritas neste Guião podem-se agrupar nas seguintes classes de acordo com o local e objetivos de intervenção, e os grupos de fauna aos quais são direcionadas.

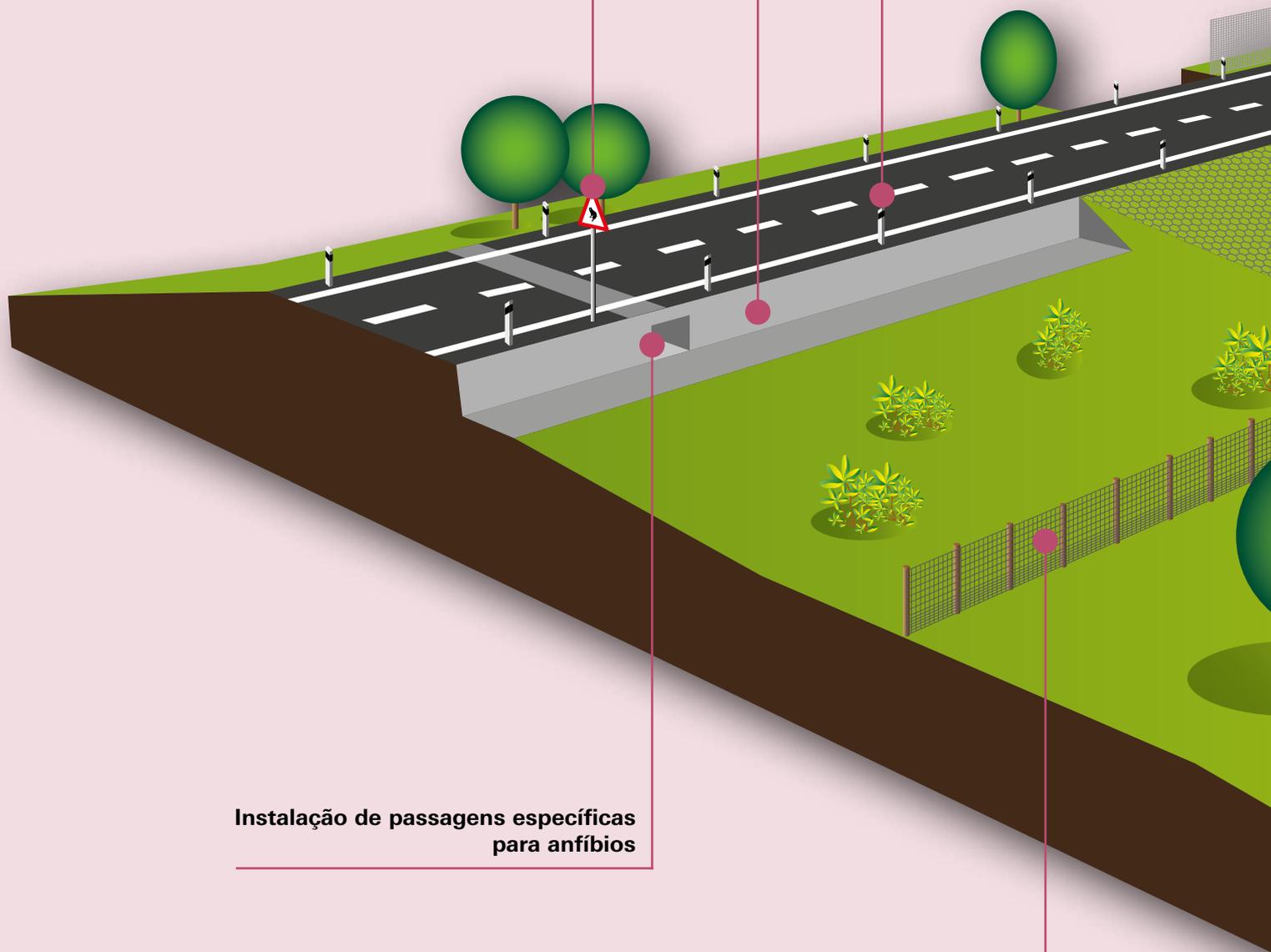
	Passagens inferiores e hidráulicas	Barreiras e Vedações		Medidas Dissuasoras	Sinalização
Anfíbios	Passagens para anfíbios (pp. 20)	Barreiras permanentes em betão (pp. 22)	Barreiras amovíveis em lona (pp. 22)	Protótipo dissuasor de micromamíferos em bermas (pp. 36)	Sinalização vertical de anfíbios (pp. 38)
Micromamíferos	Passadiços para fauna terrestre em passagens hidráulicas (pp. 18)				
Ouriço-cacheiro					
Mamíferos carnívoros		Vedações em rede de malha progressiva (pp. 28)	Vedações com rede complementar em "L" (pp. 30)	Rede dissuasora de coelho (pp. 32)	
Coelho					
Morcegos		Barreiras em rede para elevação de voo (pp. 26)		Refletores luminosos (pp. 34)	
Passeriformes					
Aves de rapina noturnas					

As soluções podem centrar-se na mitigação direta da mortalidade através da construção ou implementação de barreiras mais ou menos permeáveis ao movimento dos animais. Estas tipologias de soluções referem-se sobretudo à instalação de **Barreiras e Vedações**, mas também a um conjunto de **Medidas Dissuasoras** dirigidas a grupos específicos de fauna, e por isso mais seletivas, permitindo a permeabilidade da via aos movimentos de outros animais que, no contexto local, não constituam perigo para a segurança rodoviária e conservação da fauna. Dado que estas medidas acabam por agravar o efeito barreira das rodovias, estas deverão ser complementadas com um conjunto de medidas que promovam o atravessamento seguro de animais em zonas estabelecidas e que tenham potencial de utilização por fauna, nomeadamente em **Passagens inferiores e passagens hidráulicas**. Em casos onde ambas as ações de mitigação ou promoção venham, ainda assim, a revelar-se ineficientes, ou em contextos onde haverá impossibilidade a curto ou médio prazos de executar tais intervenções, será necessária recorrer a **Sinalização** de alerta direcionada aos condutores, nos troços de estrada sobre os quais pendem riscos de segurança rodoviária decorrentes de atravessamento de animais.

**Barreiras permanentes em betão/
amovíveis em lona para anfíbios**

Refletores luminosos

Sinalização vertical



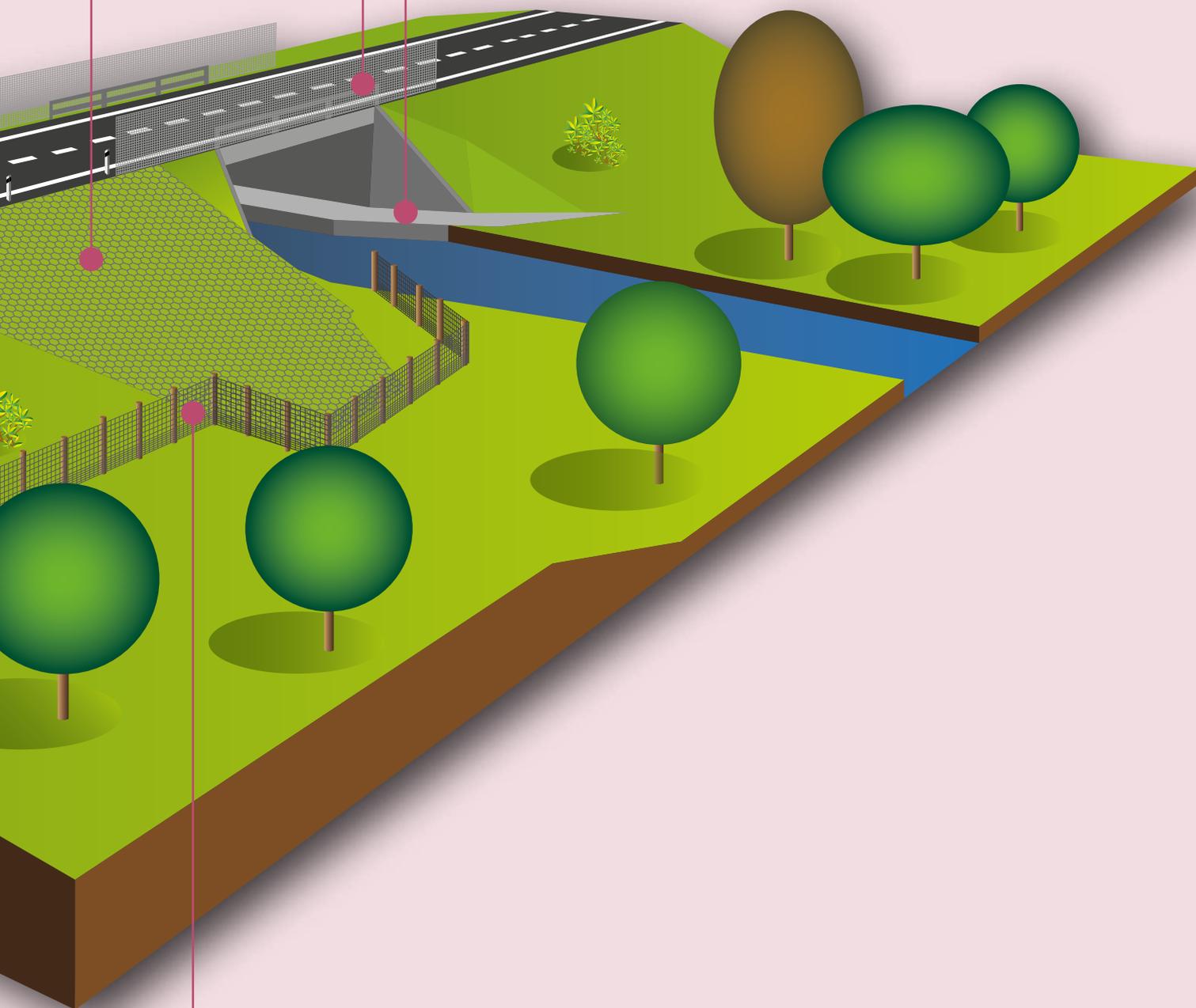
**Instalação de passagens específicas
para anfíbios**

Vedações com rede complementar em "L"

Rede dissuasora de coelhos

Barreiras em rede para elevação de voo

Passadiços em passagem hidráulica



Vedações em rede de malha progressiva

Chave para identificação das soluções propostas neste Guião segundo a tipologia de impactes

1	Soluções direcionadas aos condutores através da utilização de sinalética de alerta	Sinalização vertical de anfíbios (pp. 38)
	Soluções direcionadas à manipulação dos movimentos de fauna	2
2	Promover ou facilitar o atravessamentos através de passagens seguras	3
	Impedir o acesso da fauna a zonas de risco, dissuadindo a sua presença ou direcionando-a para passagens seguras	4
3	Adaptar passagens hidráulicas (sujeitas a inundação permanente ou temporária) à utilização por fauna terrestre (mamíferos terrestres, <i>sensu lato</i> : carnívoros, micromamíferos, ouriço-cacheiro, javali)	Passadiços para fauna terrestre (pp. 18)
	Passagens inferiores para utilização por fauna dependente do zonas húmidas (anfíbios)	Passagens específicas para anfíbios (pp. 20)
4	Impedir atravessamentos e/ou direcionar a fauna para passagens de fauna seguras	5
	Impedir ou dissuadir a utilização das zonas limítrofes à estrada	9
5	Impedir atravessamentos e/ou direcionar fauna terrestre ou dependente de meio aquático	6
	Dissuadir ou promover os atravessamentos de espécies voadoras a uma altura segura	Barreiras em rede (pp. 26)
6	Impedir atravessamentos e/ou direcionar fauna terrestre de pequeno e médio porte (carnívoros, ouriço-cacheiro, javali, coelho ou lebre)	7
	Impedir atravessamentos de espécies terrestres de pequeno porte e/ou dependentes do meio aquático	8
7	Medidas genéricas para direcionar fauna terrestre de médio e grande porte para passagens seguras (carnívoros, ouriço-cacheiro, javali, coelho ou lebre)	Vedações em rede de malha progressiva (pp. 28)
	Medidas específicas para impedir o atravessamento de fauna terrestre de pequeno porte ou com características escavadoras ou fossorícolas, e encaminhá-la para passagens seguras (micromamíferos, javali)	Vedações com rede em "L" (pp. 30)
8	Medidas temporárias ou adaptáveis para impedir atravessamentos de espécies terrestres de pequeno porte e/ou dependentes do meio aquático (micromamíferos, anfíbios)	Barreiras amovíveis em lona (pp. 22)
	Medidas permanentes para impedir atravessamentos de espécies terrestres de pequeno porte e/ou dependentes do meio aquático (micromamíferos, anfíbios)	Barreiras permanentes em betão (pp. 22)
9	Impedir a utilização de taludes por espécies escavadoras	Rede dissuasora de coelho (pp. 32)
	Dissuadir a ocorrência de espécies em zonas limítrofes à estrada	10
10	Dissuasores baseados em sinais visuais	Refletores luminosos (pp. 34)
	Dissuasores baseados em sinais sonoros	Ultrassons para dissuasão de micromamíferos (pp. 36)

Interpretação das fichas das soluções

- 1 Nome da solução**
- 2 Grupo-alvo:** grupos de espécies a que se destina a solução.
- 3 Enquadramento ecológico:** condições e requisitos ecológicos específicos dos grupos-alvo que suportam e condicionam a implementação da solução.
- 4 Impacte a minimizar:** impactes na biodiversidade e na segurança rodoviária.
- 5 Considerações técnicas:** detalhes técnicos e especificidades associados à implementação da solução (dimensões, materiais).
- 6 Requisitos de manutenção:** ações de manutenção necessárias após a implementação da solução, e periodicidade das mesmas.
- 7 Complementaridade:** outras medidas que poderão ser implementadas, associadas à solução, para potenciar a sua eficácia.
- 8 Alternativas:** outras soluções possíveis para o mesmo objetivo.
- 9 Eficácia geral:** capacidade da solução produzir os efeitos desejados, com base na avaliação decorrida no âmbito do projeto LIFE LINES.
- 10 Avaliação da solução:** face aos seguintes critérios: (1) dificuldade de implementação relativamente aos recursos humanos e logísticos necessários; (2) custos de manutenção após a intervenção; (3) necessidade de reabilitação da solução, determinada pelo período em que esta se mantém funcional; (4) custo geral da implementação, incluindo necessidade de elaboração prévia de projeto; (5) eficácia na mitigação de mortalidade ou promoção de movimentos de fauna. A classificação atribuída a cada uma das soluções baseou-se nas condições descritas no capítulo Avaliação custo-benefício das intervenções (pp. 40).
- 11 Custo-benefício:** ponderação dos custos médios de implementação e manutenção face à eficácia geral da intervenção. Graficado em cinco classes: **“Muito favorável”** (verde escuro), **“Favorável”** (verde claro), **“Razoável”** (amarelo), **“Desfavorável”** (laranja), **“Muito desfavorável”** (vermelho). A solução é tanto mais favorável quanto maior for a sua eficácia e menor o valor dos custos associados.
- 12 Esquemas e fotografias:** ilustram os detalhes das intervenções, cuidados na sua implementação e exemplos práticos da instalação da solução, no âmbito do projeto LIFE LINES.

Interpretação das fichas das soluções

PASSADIÇOS PARA FAUNA TERRESTRE EM PASSAGENS

1 **GRUPO-ALVO:** fauna terrestre (mamíferos, micromamíferos, ouriços, anfíbios, répteis, aves, insetos, aranhas, aracnídeos, sapos, lagos, caracóis).

2 **ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO:** Os cursos de água e a vegetação associada constituem importantes corredores para muitas espécies e estabelecem na paisagem. As passagens hidráulicas (PH) sob as estradas restabelecem a circulação da água, apresentando também potencial para facilitar o movimento de atropelamento. Contudo, estas vias sem que se exponham a risco de atropelamento. Contudo, estas passagens podem estar inundadas durante longos períodos, comprometendo a sua utilização pela fauna. A instalação de passagens ao longo das PH, permitindo a passagem da fauna, mas sem a inundação, pode ser uma solução para avaliar a sua aplicabilidade e hipótese de sucesso. De forma a auxiliar a seleção das PH a intervir, pode ser realizado um estudo hidrológico preliminar do curso de água dentro da passagem durante o período de inundação. Este deve averiguar (1) o número de dias totais de inundação, (2) o número de dias consecutivos de inundação, (3) o nível habitual da água e (4) a existência/ausência de uma faixa seca em toda a extensão da PH.

3 **IMPACTE A MINIMIZAR:** atropelamento de fauna de pequeno, médio ou grande porte, acidentes rodoviários, barreiras físicas da estrada ao movimento da fauna.

4 **CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS:** A PH deve apresentar bocas de alar, sem calvas em recíproco que constituam uma armadilha para os animais mais pequenos. O passadizo lateral deve apresentar uma largura mínima de 50 cm nivelado em toda a extensão da passagem, mas em passagens amplas podem prever-se passadizos mais largos, o que aumenta o seu potencial para animais de maior porte. A altura da passagem deverá ser superior ao nível habitual da água dentro da passagem, de forma que se mantenha geralmente por toda a passagem consistir num maciço de betão que se prolonga por toda a passagem (estrutura mais fácil e duradoura) ou passagens suspensas bem ancoradas às paredes das passagens. A estrutura não se comprometa a capacidade e a hidrodinâmica de escoamento. A superfície do passadizo deve ser feita de betão, madeira, terra ou outros materiais naturais que não existam risco de deslizamento. A superfície deve ser metálica durante períodos de caudal mais intenso. A superfície não deve ser metálica em nenhuma circunstância. É importante prever um acesso fácil aos passadizos através de rampas de entrada/saída com declives suaves (<30°) e a sua superfície deve apresentar alguma aderência. Devem ser evitados declives acentuados, degraus

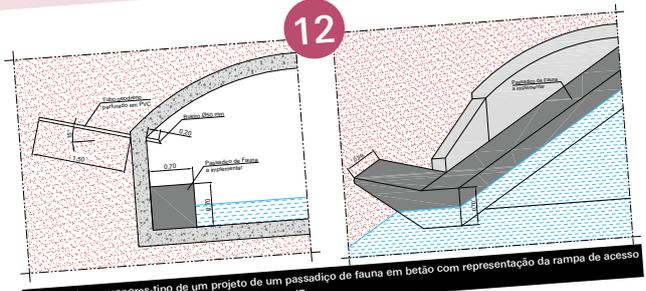
e superfícies escorregadias. O passadizo deve terminar no terreno seco adjacente e não no leito do rio ou valas de encaminhamento de águas. Se necessário, deve ser realizada uma integração paisagística favorecendo o encaminhamento dos animais para as passagens na sequência de corredores de vegetação, oferecendo-lhes segurança e refúgio. Para este efeito, a vegetação deve ser plantada de forma oblíqua garantindo um corredor contínuo entre o ambiente circundante e a passagem.

5 **REQUISITOS DE MANUTENÇÃO:** Reduzidos, em especial os passadizos de betão. Neste caso, a sua degradação ocorre a mesma velocidade que a própria estrutura hidráulica, pelo que a sua manutenção está englobada nas ações de manutenção da passagem. Outros materiais e estruturas suspensas podem requerer uma manutenção mais frequente. Deve ser verificada a existência de materiais dos terrenos contíguos que possam ser arrastados para as PH, sendo necessário, nesse caso, solicitar que sejam removidos. É necessário limpar e remover a vegetação nas entradas das PH para desobstruir a passagem.

6 **COMPLEMENTARIDADE:** Esta medida deve ser realizada sempre em conjunto com a aplicação da vedação em malha progressiva (ver pp.28) para corretamente direcionar os animais para a passagem, com exceção de zonas onde a colocação da vedação é impossível por interferência com a circulação ou com a infraestrutura. Em situações de caudais permanentes ou intermitentes, os passadizos, desde que sejam equacionada a implementação da vedação numa faixa de 1,5 m a 3 m junto à via pode contribuir para a redução do risco de atropelamento, uma vez que aumenta a visibilidade, permitindo maior tempo de reação e mantêm os animais mais afastados da faixa de rodagem.

7 **ALTERNATIVAS:** Construção de passagens específicas para fauna ou adaptação de passagens existentes.

8 **EFICÁCIA GERAL:** A solução proposta no Projeto LIFE LINES constitui na construção de passadizos laterais em betão. É uma medida eficaz na promoção de conectividade, em especial, em situações de regime de caudal torrencial ou permanente, verificando-se um aumento do número de atropelamentos durante o período de inundação em 22,1 pontos percentuais, em comparação com o período de avaliação. No entanto, uma diminuição da mortalidade da fauna, relativamente à situação de avaliação, verificando-se um tempo de avaliação curto para grupos de fauna com baixa mortalidade anual, sendo necessário mais tempo para corretamente aferir a eficácia a longo-prazo.



Exemplo de pormenores-tipo de um projeto de um passadizo de fauna em betão com representação da rampa de acesso que deve terminar no terreno seco adjacente. Fonte: IP



Visualização da integração do passadizo no terreno seco encaminhando os animais para o terreno adjacente numa das PH intervencionadas.

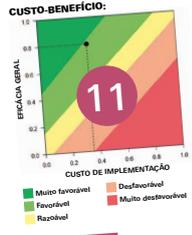


Fase de construção do passadizo e resultado final numa das PH intervencionadas.



Utilização do passadizo por um sacarrabos numa PH inundada.

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:						
Solução	Nível de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Realibertação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Passadizos	Fauna terrestre	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ¹	Favorável



¹ A eficácia aumenta com a instalação de vedações de encaminhamento na envolvente das passagens.



Fichas de soluções para minimizar impactes das estradas na fauna



GG

PASSADIÇOS PARA FAUNA TERRESTRE EM PASSAGENS HIDRÁULICAS



GRUPO-ALVO: fauna terrestre (mamíferos terrestres, *sensu lato*: carnívoros, micromamíferos, ouriço-cacheiro, javali).

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: Os cursos de água e a vegetação associada constituem importantes corredores para muitas espécies se deslocarem na paisagem. As passagens hidráulicas (PH) sob as estradas restabelecem a circulação da água, apresentando também potencial para facilitar o movimento da fauna entre ambos os lados das vias sem que se exponham a risco de atropelamento. Contudo, estas passagens podem estar inundadas durante longos períodos, comprometendo a sua utilização pela maioria das espécies [1]. A instalação de passadiços ao longo das PH, elevados de modo a estarem acima do nível habitual da água, pode aumentar o uso das PH pela fauna, mas esta intervenção carece de informação prévia para avaliar a sua aplicabilidade e hipótese de sucesso. De forma a auxiliar a seleção das PH a interencionar, pode ser realizado um estudo hidrológico preliminar do curso de água dentro da passagem durante o período de inundação. Este deve averiguar (1) o número de dias totais de inundação, (2) o número de dias consecutivos de inundação, (3) o nível habitual da água e (4) existência/ausência de uma faixa seca em toda a extensão da PH.

IMPACTE A MINIMIZAR: atropelamento de fauna de pequeno, médio ou grande porte; acidentes rodoviários daí resultantes; efeito barreira da estrada ao movimento dos animais.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: A PH deve apresentar bocas de aterro, sem caixas em recipiente que constituiriam uma armadilha para os animais mais pequenos. O passadiço lateral deve apresentar uma largura mínima de 50 cm nivelado em toda a extensão da passagem, mas em passagens amplas podem prever-se passadiços mais largos, o que aumenta o seu potencial para animais de maior porte. A altura adequada deverá ser superior ao nível habitual da água dentro da passagem, de forma que se mantenha geralmente seco. O passadiço pode consistir num maciço de betão que se prolonga por toda a passagem (estrutura mais fácil e duradoura), ou plataformas suspensas bem agaradas às paredes das passagens desde que não se comprometa a capacidade e a hidrodinâmica de escoamento por um lado, e a durabilidade do passadiço face à força de corrente, por outro. A superfície do passadiço pode também ser constituída por madeira, terra ou outros materiais naturais como areia, desde que não exista risco destes materiais serem arrastados durante períodos de caudal mais intenso. A superfície não deve ser metalizada em nenhuma circunstância. É importante prever um acesso fácil aos passadiços através de rampas de entrada/saída com declives suaves (<30°) e a sua superfície deve apresentar alguma aderência. Devem ser evitados desníveis acentuados, degraus

e superfícies escorregadias. O passadiço deve terminar no terreno seco adjacente e não no leito do rio ou valas de encaminhamento de águas. Se necessário, deve ser realizada uma integração paisagística favorecendo o encaminhamento dos animais para as passagens na sequência de corredores de vegetação, oferecendo-lhes segurança e refúgio. Para este efeito, a vegetação deve ser plantada de forma oblíqua garantindo um corredor contínuo entre o ambiente circundante e a passagem.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Reduzidos, em especial os passadiços de betão. Neste caso, a sua degradação ocorre à mesma velocidade que a própria estrutura hidráulica, pelo que a sua manutenção está englobada nas ações de manutenção da passagem. Outros materiais e estruturas suspensas podem necessitar de uma manutenção mais frequente. Deve ser verificado se os proprietários dos terrenos contíguos instalam vedações a tapar as entradas das PH, sendo necessário, nesse caso, solicitar que sejam removidas. É necessário limpar e remover a vegetação nas entradas das PH para desobstruir a passagem.

COMPLEMENTARIDADE: Esta medida deve ser realizada sempre em conjunto com a aplicação da vedação em malha progressiva (ver pp. 28) para corretamente direcionar os animais para a passagem, com exceção de zonas onde a colocação da vedação é impossível por interferência com a circulação ou impacte sobre a infraestrutura. Em situações de caudais permanentes e se as passagens forem amplas, deve ser equacionada a implementação de dois passadiços, um de cada lado da linha de água. A ceifa regular da vegetação numa faixa de 1,5 m a 3 m junto à via pode contribuir para a redução do risco de atropelamentos, uma vez que aumenta a visibilidade, permitindo maior tempo de reação e mantém os animais mais afastados da faixa de rodagem.

ALTERNATIVAS: Construção de raiz de passagens específicas para fauna ou adaptação de passagens agrícolas.

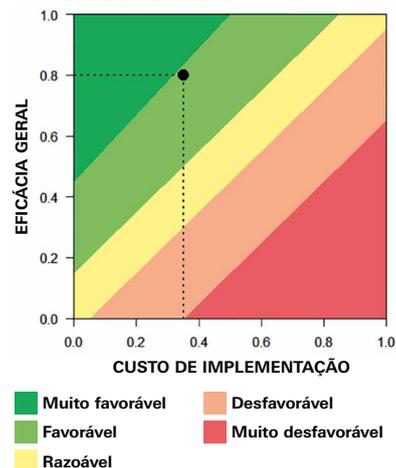
EFICÁCIA GERAL: A solução testada no Projeto LIFE LINES consistiu na construção de passadiços secos laterais em betão. É uma medida eficaz na promoção de conectividade, em especial, em situações de regime de caudal torrencial ou permanente, verificando-se um aumento do número de atravessamentos de mamíferos carnívoros em 22,1 pontos percentuais, em especial durante o período de inundação e comparativamente à situação pré-intervenção. Não se verificou, no entanto, uma diminuição de eventos de mortalidade de fauna, relativamente à situação controlo, uma vez que o tempo de avaliação é curto para grupos de fauna com baixa mortalidade anual, sendo necessário mais tempo para corretamente aferir a eficácia a longo-prazo.

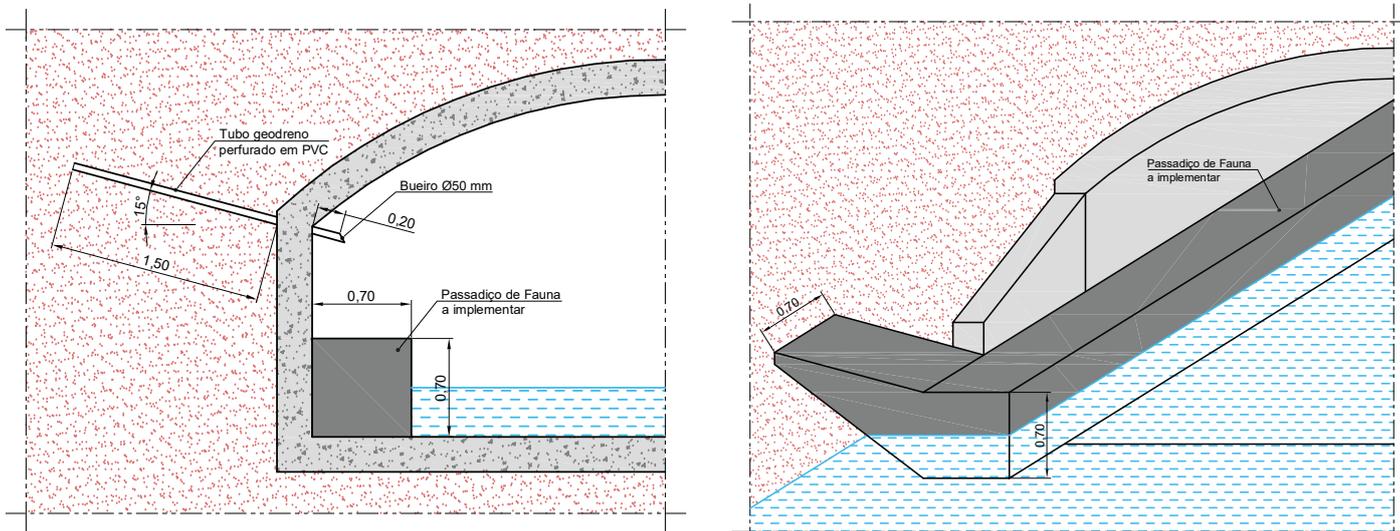
AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Passadiços	Fauna terrestre	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○ ¹	Favorável

¹ A eficácia aumenta com a instalação de vedações de encaminhamento na envolvente das passagens.

CUSTO-BENEFÍCIO:





Exemplo de pormenores-tipo de um projeto de um passadiço de fauna em betão com representação da rampa de acesso que deve terminar no terreno seco adjacente. Fonte: IP



GG



GG

Visualização da integração do passadiço no terreno seco encaminhando os animais para o terreno adjacente numa das PH intervencionadas.



UBC



LGS

Fase de construção do passadiço e resultado final numa das PH intervencionadas.



UBC

Utilização do passadiço por um sacarrabos numa PH inundada.

PASSAGENS PARA ANFÍBIOS



GRUPO-ALVO: anfíbios.

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: A instalação de barreiras oferece uma solução prática para impedir o atravessamento de anfíbios e prevenir o seu atropelamento (ver pp. 22), mas impõe constrangimentos aos processos de dispersão e migração sazonais. A instalação de túneis associados às barreiras permite direcionar e oferecer zonas seguras por onde os anfíbios possam atravessar a estrada, com risco de atropelamento muito reduzido. Existem estruturas pré-fabricadas para este efeito e que apresentam características adaptadas a este grupo, tais como as que foram utilizadas no projeto LIFE LINES, que apresentam orifícios no topo para permitir a entrada da água da chuva, uma maior circulação de ar e uma maior entrada de luz, o que permite a manutenção das condições de humidade favoráveis ao seu uso pelos anfíbios.

IMPACTE A MINIMIZAR: diminuir a mortalidade e o efeito barreira das estradas ao movimento de anfíbios.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: As passagens devem ter uma altura e largura entre 40 e 100 cm. Alguns estudos referem que os túneis devem ter 100 x 60 cm ou 100 cm de diâmetro no caso de passagens circulares, sendo que túneis de comprimento superior a 20 m devem ter dimensões maiores (200 x 150 cm ou diâmetro 200 cm). A cota de aterro da estrada tem de assegurar a altura necessária para a instalação dos túneis e, no caso dos túneis com orifícios, a superfície tem de ficar obrigatoriamente nivelada com a plataforma da via. As entradas dos túneis desenvolvidos especificamente para os anfíbios devem estar configuradas de forma a ser possível integrar medidas complementares como as barreiras específicas (ver pp. 22), prevenindo a existência de espaços ou saliências por onde os anfíbios possam trepar. Os túneis devem apresentar um ligeiro declive de 2 a 3% que permita o escoamento da água de modo a não ficarem alagados por longos períodos o que reduziria a sua utilização por algumas espécies de anfíbios. A presença de substrato natural no interior do túnel pode potenciar o atravessamento de algumas espécies [3], mas o seu uso deve ser ponderado em função do risco de arrastamento pela água. Alguns autores sugerem a promoção de sebes de vegetação oblíquas na envolvente para encaminhar os animais para a zona de intervenção e servir como zona de refúgio [4], mas junto às barreiras e entradas dos túneis esta deve ser mantida curta para facilitar o movimento dos indivíduos. Frequentemente os

atravessamentos dos anfíbios ocorrem em troços de algumas centenas de metros. Deverão ser instaladas várias passagens que cubram todo o troço de atravessamento, com uma distância máxima entre elas de 100 m.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Relativamente à funcionalidade da estrutura, as passagens devem ser verificadas antes das chuvas de outono de forma a remover possíveis obstruções relacionadas com vegetação, detritos, ou deposição de solo. A instalação destes túneis poderá implicar uma manutenção mais frequente da plataforma da estrada, devido ao surgimento de irregularidades, o que é especialmente relevante em vias com níveis de tráfego e velocidades elevados.

COMPLEMENTARIDADE: Estas passagens devem ser implementadas associadas à instalação de barreiras (ver p. 22) que direcionem os animais para as mesmas.

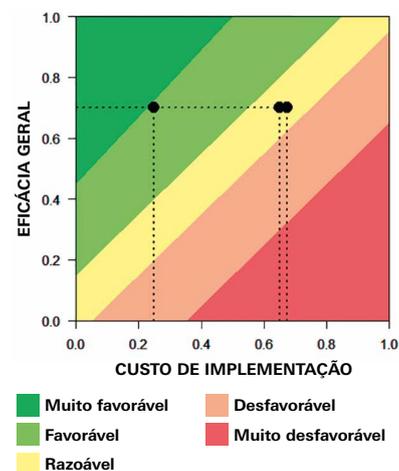
ALTERNATIVAS: As passagens hidráulicas (PH) que restabelecem as linhas de água sob a via, desde que apresentem bocas de aterro, sem caixas em recipiente que constituiriam uma armadilha para os anfíbios, podem ser adaptadas para este fim. É importante também que não estejam permanentemente alagadas nos períodos em que estes animais se movimentam mais (outono e primavera). Esta é uma solução com menos custos e menor intervenção a nível da plataforma da estrada. Contudo, a regularidade espacial com que estas passagens ocorrem varia muito e podem não coincidir com as zonas de maior mortalidade de anfíbios ou não ocorrer na frequência necessária (distância máxima de 100 m). Neste caso seria necessário complementar com novas passagens (túneis específicos para anfíbios ou PH do tipo manilhas em betão), devendo ser feita uma adaptação que ligue a passagem às barreiras instaladas sem deixar espaços por onde os anfíbios possam trepar. Na utilização de PH já existentes é necessário garantir que não existem desníveis ou outras limitações que impeçam os anfíbios de aceder às mesmas.

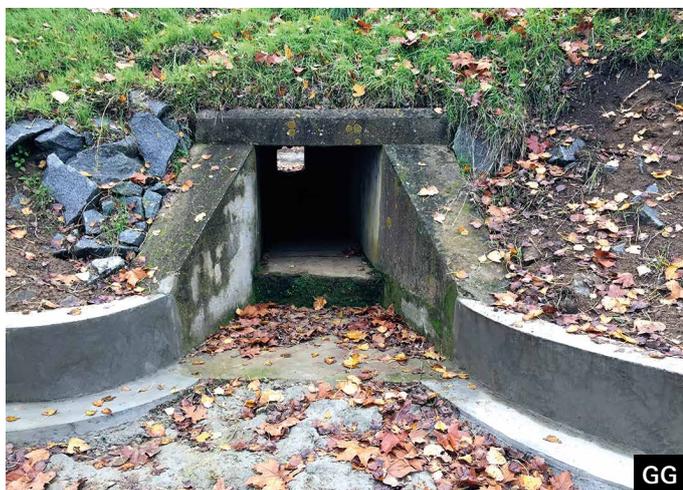
EFICÁCIA GERAL: No projeto LIFE LINES, verificou-se que várias espécies de anfíbios utilizaram os diferentes tipos de passagens (passagens específicas e PH adaptadas). Contudo, dada a dificuldade de comprovar movimentos de atravessamento, não existe uma estimativa do número de anfíbios que efetivamente utilizou o túnel para esse efeito.

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

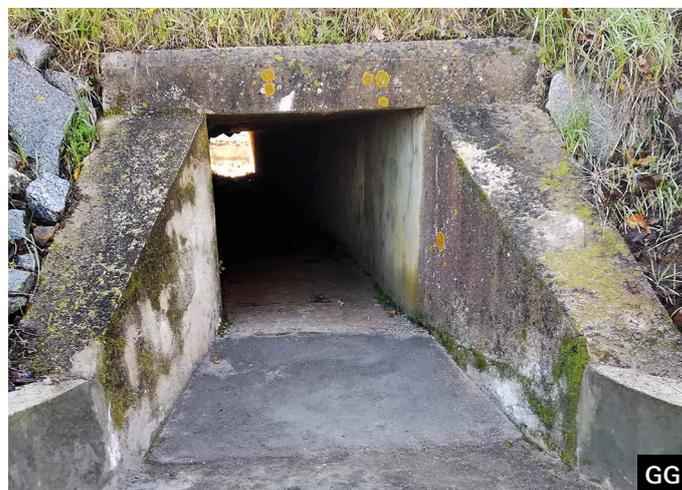
Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Instalação de novas passagens hidráulicas	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável
Passagens específicas	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável
Adaptação de passagens hidráulicas existentes	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Favorável

CUSTO-BENEFÍCIO:





GG



GG

Adaptação de uma PH retangular no âmbito do projeto LIFE LINES, através do rampeamento das entradas e ligação às barreiras de encaminhamento



LGS

Adaptação e integração de uma PH redonda numa barreira permanente em betão.



LGS

Obras de encaminhamento de fauna para a PH com recurso a barreiras permanentes em betão numa passagem intervencionada.

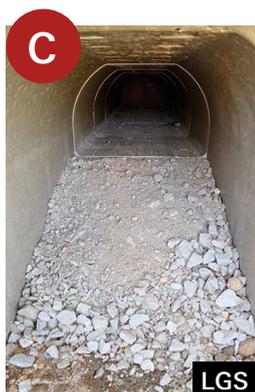


LGS



LGS

Fases de instalação de uma passagem específica para anfíbios: (A) colocação dos canais de atravessamento com recurso a maquinaria pesada, (B) aspeto da boca de entrada/saída da passagem durante a fase de nivelamento do primeiro troço da passagem com o pavimento, (C) pormenor da colocação de substrato natural no interior do túnel, e (D) aspeto final da passagem integrada no pavimento da estrada em complementaridade com a barreira permanente em betão.



LGS



PAS

BARREIRAS PERMANENTES EM BETÃO E BARREIRAS AMOVÍVEIS EM LONA PARA ANFÍBIOS



GRUPO-ALVO: anfíbios

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: Dada a sua mobilidade os anfíbios são um grupo fácil de encaminhar, pois quando encontram um obstáculo que não conseguem ultrapassar tentam contorná-lo. Se forem conhecidos os troços de estradas com maior risco de atravessamento, é pertinente colocar barreiras específicas para anfíbios para os encaminhar para passagens seguras sob a estrada. Consoante o objetivo que visam, as barreiras podem ser temporárias ou permanentes, dependendo do material com que são construídas. As barreiras permanentes, em betão, oferecem uma solução resistente, duradora e fácil de manter, enquanto as barreiras temporárias, em lona por exemplo, podem ser colocadas apenas em períodos críticos (*e.g.*, migrações) e depois retiradas e recolocadas noutros locais.

IMPACTE A MINIMIZAR: prevenir atropelamento de anfíbios, bem como o risco de acidentes rodoviários devido à acumulação de peles dos animais atropelados nos locais de migração em massa, que podem tornar o pavimento escorregadio.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: As barreiras devem estender-se longitudinalmente à via, até cerca de 500 m para cada lado do corredor de deslocação dos anfíbios, de ambos os lados da via, ligando as bocas das passagens para anfíbios, ou outras adequadas, de forma a encaminhar os anfíbios para as mesmas. As barreiras devem ter continuidade sobre os muros de ala existentes de forma a garantir sempre a mesma altura de proteção. As barreiras em betão instaladas no Projeto LIFE LINES apresentam um desenho inovador: consistem num murete em forma de “L”, em betão com uma armadura de pele, em que a face vertical apresenta 40 cm de altura e está ligeiramente inclinada para o lado de fora da via para dificultar que os anfíbios consigam saltar ou trepar. Pela mesma razão, a parede inclinada foi devidamente afagada para conferir um acabamento muito liso, e a vegetação até cerca de 50 cm de proximidade foi mantida curta. No caso de se tratarem de espécies com boa capacidade de salto, alguns estudos recomendam uma altura de 60 cm [5]. Para algumas espécies (*e.g.*, tritões), que conseguem trepar pela parede por uso da aderência por coesão, deverá ser equacionada uma “pala” no topo das barreiras. A base destas barreiras, robusta para sustentar a estrutura, deve apresentar 10 – 15 cm e estar enterrada. As barreiras devem ser implementadas na parte mais baixa do talude, sempre que a estrada se desenvolva em perfil de aterro. Em perfil de escavação, as barreiras devem ser implementadas junto à valeta existente. Nas suas extremidades, devem formar um “U”, de forma a evitar que os anfíbios passem para o lado da via. A vegetação deverá ser mantida curta numa área de 50 cm na envoltória das barreiras para as tornar visíveis para os condutores, prevenindo acidentes e evitando que os animais trepem e tenham assim acesso à estrada. Para segurança dos condutores, as áreas com as barreiras devem estar sinalizadas.

As barreiras amovíveis são construídas com uma estrutura em ferro e revestidas por lona. Antes de instalar a barreira é necessário limpar o solo e remover qualquer obstáculo (*e.g.*, troncos, pedras, vegetação), e escavar uma ligeira depressão onde a barreira vai assentar. A barreira é constituída por três partes: 1) uma estrutura de suporte criada a partir de dois ferros cruzados com uma anilha em cada extremidade; 2) lona opaca (verde ou branca) com 1 m de largura onde devem ser colocados

conjuntos de duas anilhas (afastadas 30 cm) distanciados entre 2 a 3 m; 3) estacas em ferro com 55 cm de comprimento. A estrutura em ferro deve ser dobrada em forma de “C” com uma altura de 50 cm, uma largura de 25 cm e um comprimento de 30 cm. A lona irá envolver esta estrutura fazendo coincidir as anilhas com a estrutura em ferro. Por último as estacas irão prender a lona à estrutura e fixá-la ao chão. A barreira deve ficar bem esticada e, após a instalação, a parte que assenta no solo deve ser coberta com o solo retirado. A instalação das barreiras deve iniciar-se na entrada das passagens para anfíbios de forma a garantir que se encontram alinhadas com as mesmas. Nestes locais deve ter-se especial atenção para impedir que haja espaços entre a lona e as passagens que permitam o acesso dos animais à estrada. Para salvar a integridade da estrutura, e não interferir com a circulação dos veículos, a barreira deve ficar distanciada da estrada, sempre que possível, pelo menos 2 m. As barreiras temporárias ou amovíveis podem ser uma solução mais barata e fácil de instalar do que as barreiras de betão, tendo a possibilidade de ser retirada e colocadas posteriormente no mesmo ou noutros locais.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Em ambos os casos, as barreiras devem estar limpas de vegetação na sua proximidade, na base e no topo junto à estrada, devendo-se proceder a esta limpeza pelo menos duas vezes ao ano, em setembro antes das migrações de outono, e em março aquando das migrações da primavera, ou sempre que o crescimento da vegetação o justifique. A base também deve estar livre de detritos, como terra, para impedir o crescimento de vegetação nessa zona. No caso das barreiras temporárias, devido à sua configuração, poderá ser necessário realizar mais cortes para garantir que os anfíbios não consigam trepar pela vegetação que cresça encostada à barreira e que pode entrar em contacto com o topo da mesma. Deve ser feita ainda uma inspeção da integridade da estrutura pelo menos uma vez por ano, preferencialmente após o corte da vegetação para facilitar a identificação de possíveis problemas. Se forem detetados danos nas estruturas, deve proceder-se à sua reparação.

COMPLEMENTARIDADE: A implementação de barreiras deve estar associada à existência de PH adequadas para anfíbios ou ser acompanhada pela instalação de passagens específicas para este grupo, dependendo da extensão da intervenção.

ALTERNATIVAS: Existem vários tipos de barreiras que têm sido utilizados para anfíbios, mas nem todas se adequam. Devem ser escolhidas barreiras verticais, construídas em materiais compactos (redes não funcionam) e lisos, que dificultem a subida de espécies trepadoras (com topo saliente ou saliência longitudinal a meio da parede, por exemplo). Barreiras concavas dificultam a deslocação dos anfíbios ao longo das mesmas.

EFICÁCIA GERAL: Foram encontrados vários indivíduos de quase todas as espécies a movimentarem-se ao longo das barreiras. Em situações raras foram observados juvenis de tritões a tentarem trepar a barreira, mas não foi encontrado nenhum indivíduo que tivesse conseguido chegar ao pavimento. A utilização de barreiras permitiu, em alguns casos, reduzir em 100% o número de anfíbios na estrada, na zona de intervenção.

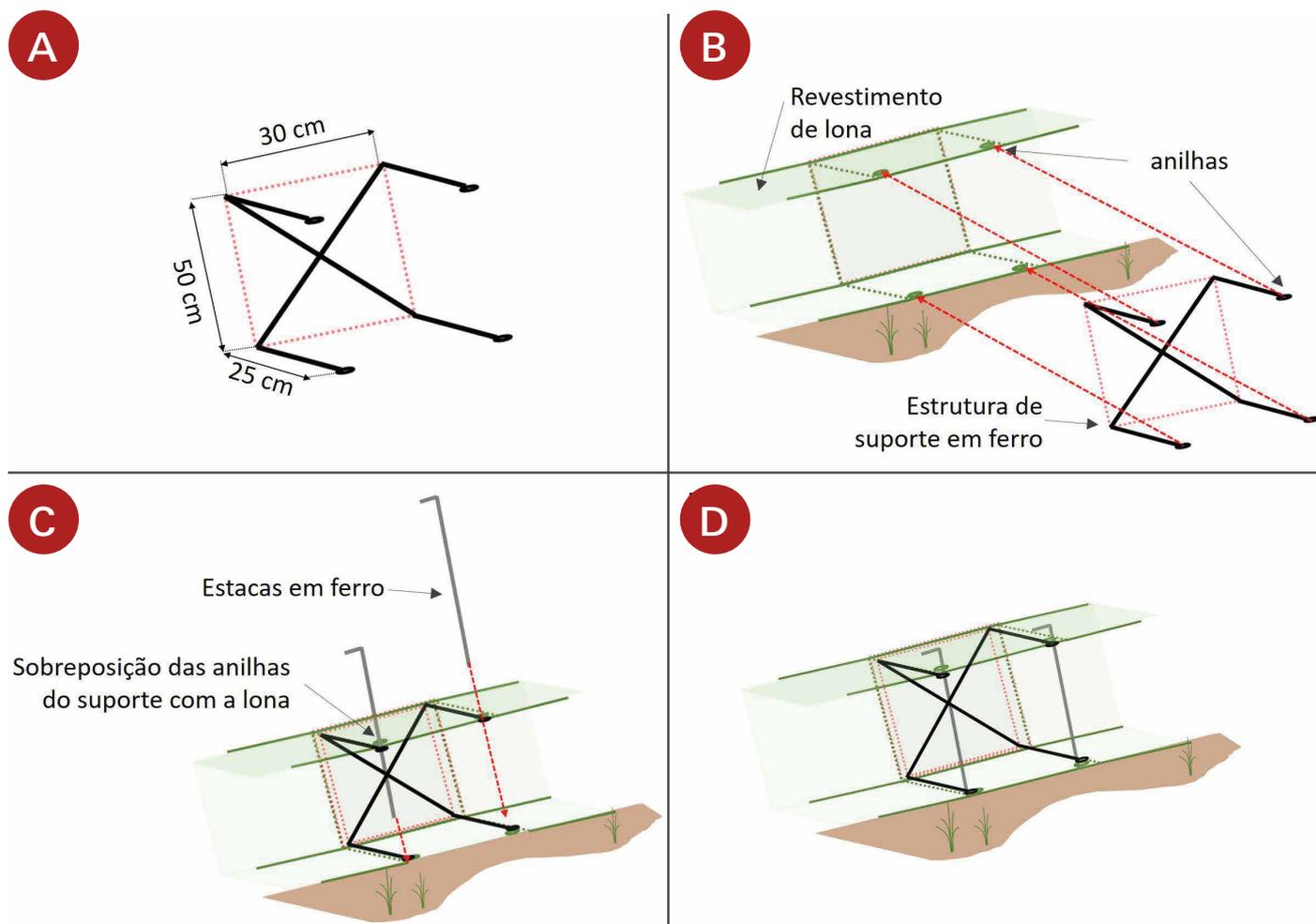
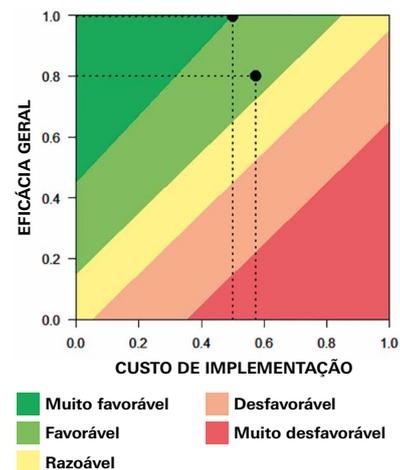
AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Barreiras permanentes em betão	Anfíbios	●●●●●○	●●●●●○	●○●●●○	●●●●●○ ¹	●●●●●●	Muito favorável
Barreiras amovíveis em lona	Anfíbios	●●●●●○	●●●●●○ ²	●●●●●○	●○●●●○	●●●●●○	Favorável

¹ Aumenta com comprimento do troço de estrada sujeita a intervenção. Os valores considerados para avaliação variam entre os 400 m e os 2 km, sendo que o valor mínimo de implementação são 100 m para cada lado da passagem, nos dois lados da estrada.

² Dependerá da velocidade de crescimento da vegetação. Em áreas mais húmidas, onde a vegetação tem crescimento mais rápido, serão necessárias mais cortes de vegetação.

CUSTO-BENEFÍCIO:



Fases de montagem da barreira amovível em lona: (A) montagem da estrutura de suporte, (B) colocação da lona em "C" e do suporte no interior desta, garantindo a sobreposição entre as anilhas de ambos, (C) colocação das estacas através das anilhas, fixando a lona ao solo, e (D) aspeto esquemático final da lona montada.

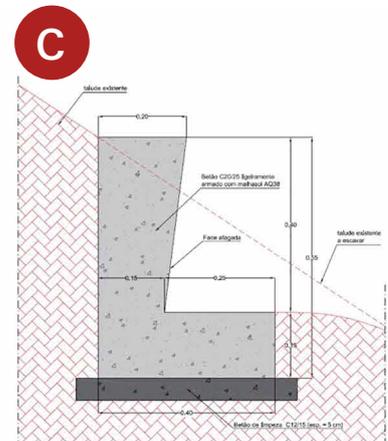
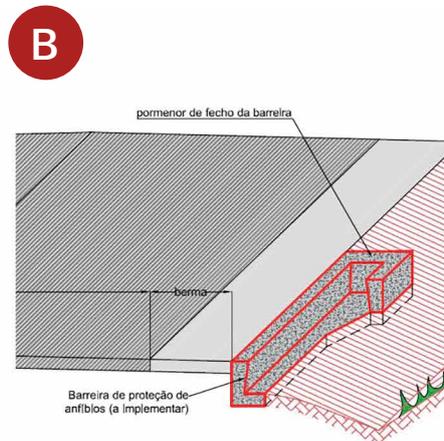
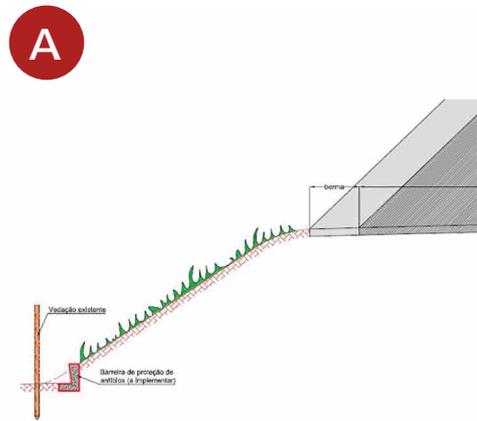


LGS



LGS

Montagem da barreira amovível em lona no projeto LIFE LINES com (A) a colocação da estrutura de suporte e estacas na lona e (B) aspeto final da barreira montada.



Projeto das barreiras permanentes em betão, para anfíbios, na EN114. (A) Perfil transversal tipo, (B) pormenor de fecho de barreira e (C) corte transversal da peça em "L", com uma altura total de 55 cm e inclinação da parede para o exterior da via. Fonte: IP.



LGS

LGS

Montagem das barreiras permanentes em betão nas faixas marginais da estrada municipal 529.



Exemplo de barreiras permanentes em betão para anfíbios e detalhes da sua instalação: (A) barreira permanente em betão colocada de forma a ligar à obra de arte, não permitindo a entrada de anfíbios na estrada; (B) extremidades em "U"; (C) integração das barreiras em faixas marginais de estradas em talude de aterro; (D) encaminhamento para PH adaptadas para atravessamento de anfíbios; e (E) encaminhamento para bocas de entrada/saída de passagem específicas para anfíbios.

© Luís Guilherme Sousa
2018

LGS

BARREIRAS EM REDE PARA ELEVAÇÃO DE VOO



GRUPO-ALVO: espécies voadoras (passeriformes, rapinas noturnas, morcegos).

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: As espécies voadoras são um dos grupos mais afetados por colisão com veículos nas estradas. Paralelamente, é também um dos grupos para o qual é mais complicado planejar medidas de mitigação eficientes devido à sua plasticidade de movimentos e diferenças comportamentais. Locais de alimentação, abrigos e territórios junto às vias associados a baixas altitudes de voo, típicas de algumas espécies, são fatores de risco de colisão com os veículos. Nos registos de mortalidade nas estradas destacam-se os passeriformes, as corujas e os morcegos, todos com hábitos e picos de mortalidade diferentes. A instalação de barreiras de rede altas em ambos os lados da estrada, evitam que muitas destas espécies cruzem a estrada na zona de maior risco, considerando a altura da maioria dos veículos, obrigando-as a elevar o voo e a atravessar a via a uma altura superior.

IMPACTE A MINIMIZAR: Mortalidade por colisão com os veículos

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: As barreiras devem ter uma altura entre 3 e 5 m acima da plataforma, sendo que em estradas com elevado tráfego de pesados se deve ponderar uma altura superior a 4 m, e serem construídas paralelamente de um lado e outro da estrada. Para aumentar a sua segurança e resistência, e não oferecerem impactes em termos visuais, podem ser constituídas por rede metálica, permeável ao vento, com malha pequena (1-2 cm de diâmetro) e arame de 2 mm (diâmetro mínimo), preferencialmente de cor clara para ser bem perceptível para as várias espécies. Para maior suporte, devem ser contemplados contraventamentos horizontais a unir os prumos verticais, com o afastamento necessário para permitir a fixação da rede garantindo que esta fica bem fixa e esticada. No caso de estar sobre uma obra de arte, o afastamento entre prumos deverá ser ajustado de forma a permitir a ligação ao guarda-corpos existente. Para maior segurança, deve prever-se a colocação de guardas de segurança ao longo da barreira, pelo que esta deve ficar afastada para o lado exterior da via, de forma a garantir o espaçamento necessário para a deformação da guarda.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Deve ser feita uma verificação periódica (no início da primavera e no fim do verão) para verificar a necessidade de reparações antes dos períodos críticos onde ocorrem movimentos mais significativos de vários grupos de espécies voadoras.

COMPLEMENTARIDADE: Uma hipótese ainda experimental, é a colocação de cabos transversais ligando as duas barreiras [6], que parecem dissuadir algumas espécies de morcegos de contornarem a barreira por cima e atravessarem a estrada junto ao pavimento.

ALTERNATIVAS: Na bibliografia é sugerida a implementação de barreiras naturais criadas a partir de cortinas de arbustos ou árvores. Esta solução depende de região para região, e pode demorar muito tempo até estar funcional. Adicionalmente, poderá necessitar de uma manutenção mais frequente. Também acarreta um risco acrescido de incêndio em algumas zonas podendo ser incompatível com os Planos Municipais de Defesa da Floresta contra Incêndios em conformidade com o DL 124/2006 de 28 de junho e posteriores alterações ao mesmo, que podem obrigar a um espaçamento largo entre copas de árvores e limitar a altura dos arbustos nas faixas contíguas às vias. As barreiras acústicas, utilizadas para diminuição do ruído do tráfego na zona envolvente, podem paralelamente contribuir para elevar o voo das aves. Contudo, se forem transparentes podem constituir uma armadilha para as aves pois estas não conseguem perceber que existe um obstáculo, e a sua colisão com estas estruturas resulta muitas vezes numa mortalidade acrescida. Para evitar este impacte, recomenda-se a utilização de barreiras não-transparentes, mas caso não seja possível, deverão ser coloridas (contrastando com as tonalidades da paisagem) ou apresentar faixas verticais [7].

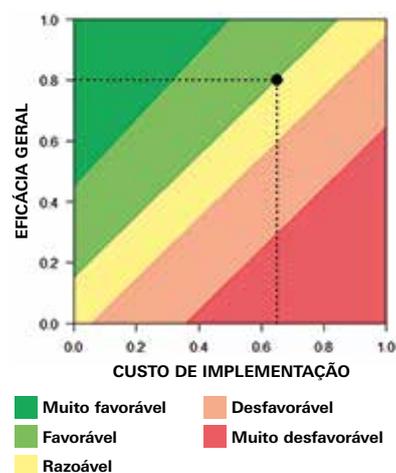
EFICÁCIA GERAL: No projeto LIFE LINES foram instalados cerca de 400 m de barreiras de 3 m de altura ao longo de dois troços de uma estrada nacional e um troço numa estrada municipal. Registou-se uma diminuição de 69,2% na mortalidade de morcegos e de 55,5% nos passeriformes. Nas corujas, durante o ano de monitorização após a implementação das barreiras não foi registado nenhum indivíduo atropelado, mas dado o baixo registo de eventos de mortalidade por ano, apenas num período mais alargado se poderá inferir acerca da eficácia desta medida para este grupo.

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Barreiras em rede para elevação de voo	Espécies voadoras	●●●●● ¹	●●●●●	●●●●●	●●●●● ¹	●●●●●	Favorável

¹ aumenta com a extensão e altura da barreira (barreiras mais altas poderão necessitar de requisitos mais complexos).

CUSTO-BENEFÍCIO:





Exemplos de barreiras em rede para elevação do voo instalados durante o projeto: (A) na EM 529; e (B) na EN 114.



Detalhes das barreiras implementadas na EN114, com 3 m de altura (a partir da plataforma), constituídas por prumos metálicos de secção retangular RHS 80x60x3, com tampas plásticas no topo, afastados de 2 m, que permitem suportar uma malha de arame galvanizado, soldada e plastificada a PVC/poliéster, com diâmetro de 19 x 19 mm e diâmetro do arame de 2 mm. Os prumos são encastrados no maciço de fundação.

VEDAÇÕES EM REDE DE MALHA PROGRESSIVA



GRUPO-ALVO: mamíferos de médio e grande porte.

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: Os mamíferos de médio e grande porte são bastante afetados pelas estradas, devido ao seu efeito-barreira e ao risco de atropelamento associado. A sua presença na estrada constitui também um risco ao nível da segurança rodoviária. Este grupo inclui espécies ecologicamente diversas e com grande capacidade de mobilidade que podem ocorrer em habitats muito distintos. A instalação de vedações permite limitar o seu acesso à estrada e direcioná-las para locais seguros de atravessamento, como passagens hidráulicas (PH) e passagens agrícolas. Embora os terrenos contíguos às vias apresentem frequentemente vedações direcionadas para o gado, estas geralmente não se adequam aos mamíferos silvestres, uma vez que a malha não é fina o suficiente para constituir uma barreira eficaz.

IMPACTE A MINIMIZAR: atropelamento de fauna de médio e grande porte; acidentes rodoviários devido à presença de animais nas vias.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: As vedações a serem instaladas devem ter uma altura de 1,60 m (no caso de ocorrência de veados deverá ser superior a 2,20 m) com rede de malha progressiva, cuja malha basal seja estreita, preferencialmente menor ou igual a 5 cm. A vedação deve estar ligeiramente enterrada e bem esticada, de forma a não existir espaço entre a rede e o solo (em zonas problemáticas por atravessamento de javalis a rede deve ser enterrada no mínimo 20 cm ou deve ser instalada rede adicional em "L", ver pp. 30), e deve contornar as PH e passagens inferiores, com uma orientação oblíqua, de forma a encaminhar os animais para estas passagens. Se não for possível fazer esta circunscrição, a vedação deve terminar junto ao encontro da passagem garantindo-se que não é deixado nenhum espaço por onde os animais consigam passar e aceder à estrada. Deve-se ter em atenção outras zonas de acesso à estrada como valetas de escoamento de águas ou portões de acesso, que devem ser reforçados com rede ou outros materiais para garantir que os animais não possam atravessar. A mortalidade de aves ou morcegos pode também ser causada pelo arame farpado das vedações, pelo que sempre que possível, este deve ser evitado, em especial em zonas de ocorrência de espécies com interesse de conservação.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Deve ser realizada uma verificação semestral do estado da vedação ou sempre que se verifiquem valores elevados de atropelamentos de fauna no troço. Quaisquer danos detetados devem ser imediatamente reparados. Deve ser feita a limpeza regular das valetas de escoamento de águas para retirar os detritos acumulados.

COMPLEMENTARIDADE: As vedações devem encaminhar os animais para PH e passagens inferiores (que podem necessitar de ser intervencionadas, ver pp. 18) para que os animais possam ter locais de atravessamento seguro, mantendo a conectividade entre ambos os lados da estrada. Em zonas com abundância de espécies de pequeno porte e/ou escavadoras, as vedações podem ser complementadas com uma rede em "L" (ver pp. 30). Em estradas não vedadas, deve ser equacionada a implementação de vedação junto às PH, numa extensão de pelo menos 250 m para cada lado das aberturas, de forma a encaminhar os animais na proximidade para as mesmas. No caso de haver coelhos com tocas nos taludes da estrada poderá ainda ser implementada uma rede dissuasora de coelhos (ver pp. 32).

ALTERNATIVAS: Dispositivos dissuasores sonoros ou luminosos (ver pp. 36) que alertam o animal durante a aproximação de um veículo, impelindo-o a afastar-se da via. Esta solução não apresenta a mesma eficácia em termos de barreira. No caso de espécies trepadoras, adaptar as vedações de forma que apresentem o topo inclinado para o lado oposto à estrada. Quando não é possível utilizar vedações, deve garantir-se a ceifa regular da vegetação numa faixa de 1,5 m a 3 m junto à via para reduzir o risco de atropelamentos, uma vez que aumenta a visibilidade, permitindo maior tempo de reação e mantém os animais mais afastados da faixa de rodagem.

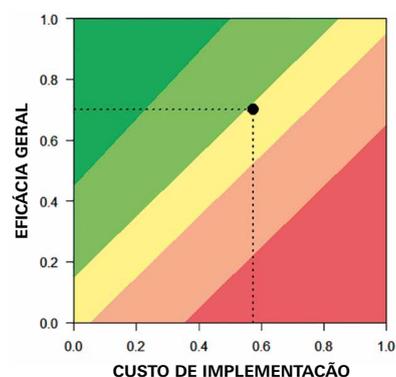
EFICÁCIA GERAL: No âmbito do projeto LIFE LINES as vedações foram instaladas em PH de forma a encaminharem os animais para as mesmas. A nível da mortalidade, os dados recolhidos (os atropelamentos de mesofauna são eventos ocasionais em períodos de tempo curtos) não apontam para diferenças comparativamente aos locais controlo (sem instalação de vedações). No entanto, as PH onde foram simultaneamente instaladas vedações e passadiços registaram um aumento considerável de passagens de mamíferos carnívoros (18,3%), em particular geneta e fuinha (34,9 e 58,8%, respetivamente), comparativamente com a situação anterior à sua implementação.

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

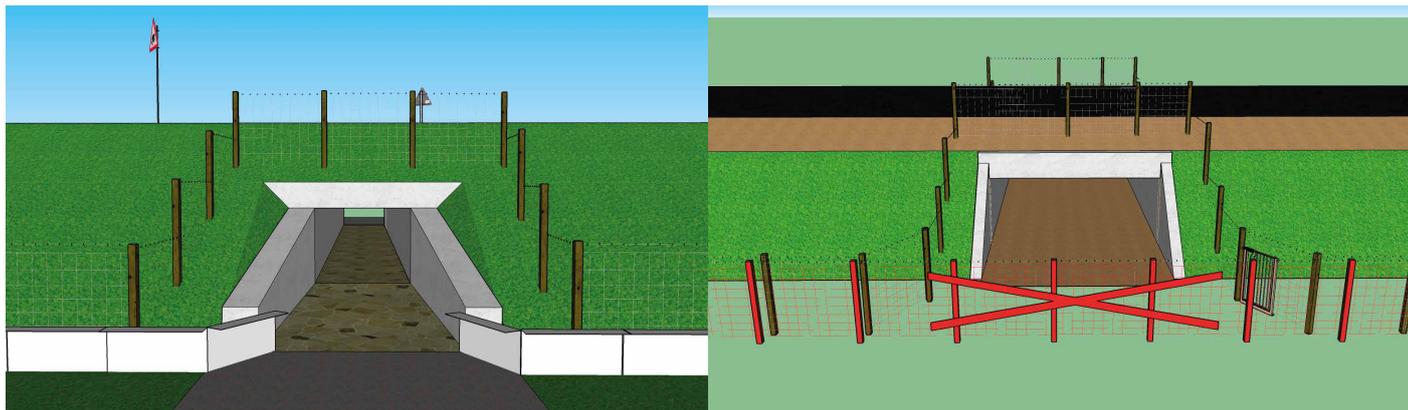
Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Vedações em rede de malha progressiva	Mamíferos de médio-grande porte	●●●●○	●●●●○	●●●●○	●●●●○ ¹	●●●●○	Razoável

¹ aumenta com o comprimento da estrada sujeita a intervenção. Os valores considerados para avaliação variam entre os 2 e os 20 km.

CUSTO-BENEFÍCIO:



■ Muito favorável ■ Desfavorável
■ Favorável ■ Muito desfavorável
■ Razoável



Esquemas com considerações sobre a instalação de vedações junto a PH: (A) a vedação passa por cima da passagem hidráulica, não criando obstáculos à utilização das mesmas, e acompanha as faixas marginais de estradas direcionando a fauna para a passagem; (B) a existência de vedações de proprietários privados junto às passagens impedem a sua utilização, pelo que, quando possível, devem ser discutidas opções que aumentem a permeabilidade das mesmas ou a sua remoção.



GG



LGS

Exemplos de vedações contornando a PH por cima, deixando as suas entradas desobstruídas.



GG



LGS

Exemplos de instalações incorretas da vedação: (A) vedação com espaçamento junto à parede da passagem; e (B) vedação colocada à frente da passagem, com paletes a impedir o acesso.

VEDAÇÕES COM REDE COMPLEMENTAR EM “L”



GRUPO-ALVO: carnívoros, javali, mamíferos de pequeno porte, ou com características escavadoras ou fossorícolas.

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: Quer para espécies de pequenas dimensões, quer para fossorícolas ou escavadoras, as vedações com redes convencionais ou de malha progressiva podem não ser suficientemente eficazes enquanto barreiras. Contudo, se forem complementadas com a instalação de uma rede em “L”, a sua eficácia aumenta para estas espécies, direcionando-as para locais de atravessamento seguro, já que este tipo de solução dificulta a escavação por baixo da vedação, dado ter a base enterrada, e apresenta uma malha bastante inferior, reduzindo o leque das espécies que a conseguem atravessar.

IMPACTE A MINIMIZAR: atropelamento de fauna, acidentes rodoviários devido à presença de animais nas vias (javalis).

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: A rede complementar deve possuir uma malha muito apertada (1-2 cm diâmetro), deve ser acoplada à vedação pelo lado exterior dos postes (lado contrário à estrada), e ser dobrada em forma de “L”, com 50 cm de altura acima do solo e 50 cm de base. Esta base deve ficar enterrada cerca de 10 cm, coberta com

terra bem compactada ou betão pobre. A zona da “dobra” poderá ser reforçada com um cabo de aço para garantir que fica direita e no lugar.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Deve ser realizada uma verificação semestral do estado da rede ou sempre que se verifiquem valores elevados de mortalidade de fauna no troço. Durante o corte de vegetação regular, deve ser tido especial cuidado para não danificar as redes. Quaisquer danos detetados devem ser reparados.

COMPLEMENTARIDADE: Esta solução é complementar das vedações das estradas (ver pp. 28).

ALTERNATIVAS: Se o objetivo for reduzir a mortalidade de anfíbios, poderá ser utilizada lona em vez de rede. Esta alternativa é menos duradoura e não visa os animais com hábitos escavadores.

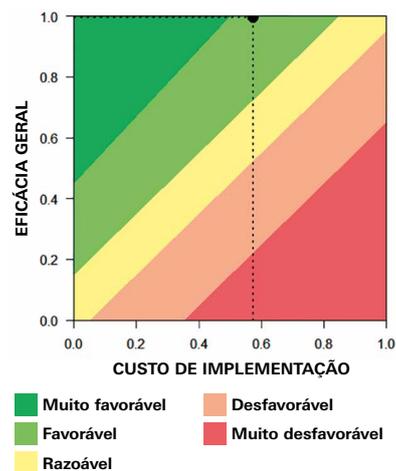
EFICÁCIA GERAL: No projeto LIFE LINES, a rede em “L” foi instalada ao longo de 16 km, de ambos os lados da estrada. Verificou-se uma redução de 90,8% na mortalidade de mamíferos carnívoros, pelo que constitui uma medida eficaz para este grupo.

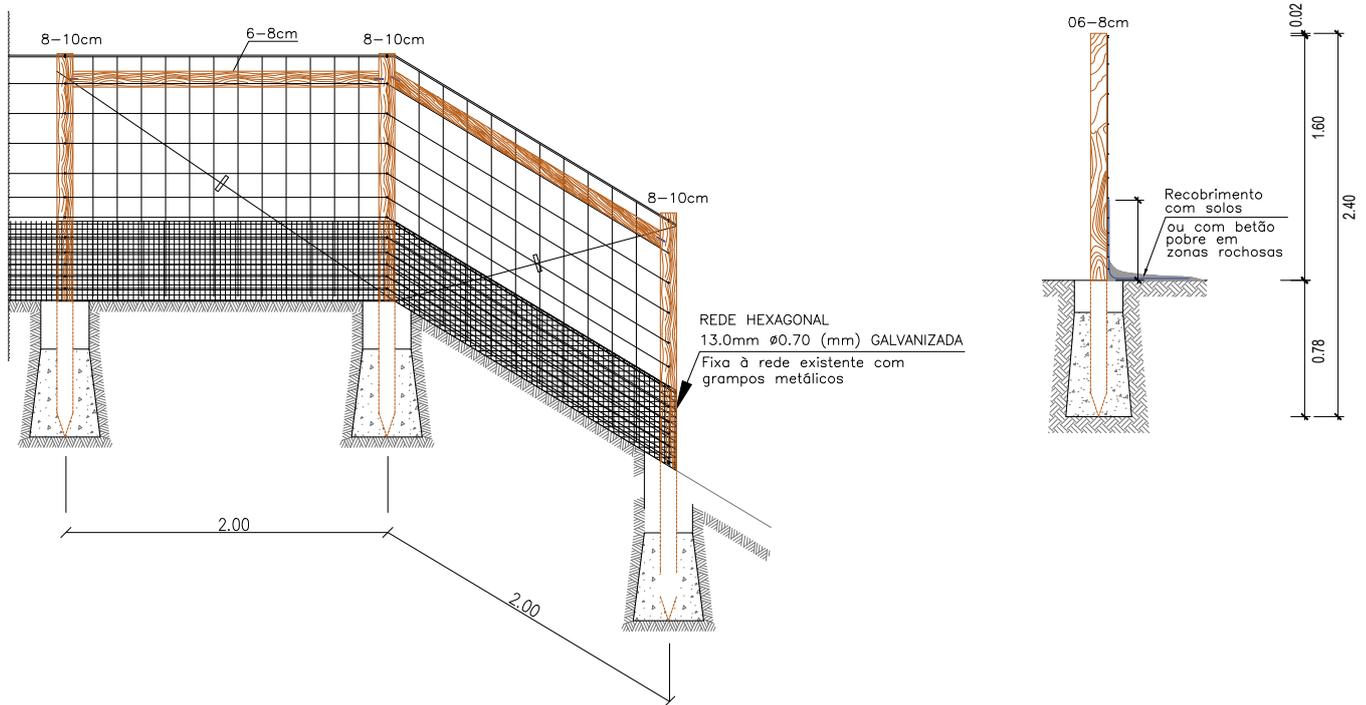
AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Vedações com rede complementar em “L”	Mamíferos em geral	●●●●○	●●●●○	●●●●○	●●●●○ ¹	●●●●●	Favorável

1 – aumenta com o comprimento da estrada sujeita a intervenção. Os valores considerados para avaliação variam entre os 2 e os 20 km.

CUSTO-BENEFÍCIO:





Esquemas de instalação de redes em "L" em vedações. Fonte: IP.



Instalação da rede em "L" nas vedações do IP2, no âmbito do projeto LIFE LINES: (A) colocação da rede em "L" junto à vedação e (B) recobrimento com terra e compactação, e (C) aspeto final da rede em "L".

REDE DISSUASORA DE COELHOS



GRUPO-ALVO: coelho.

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: Os coelhos apresentam hábitos coloniais e uma grande taxa reprodutiva. Ao construir as suas galerias subterrâneas nos taludes das estradas podem comprometer a integridade dos mesmos, podendo até originar assentamentos na plataforma. Dada a sua proximidade à via, estes animais são muitas vezes vítimas de atropelamentos. Adicionalmente, a elevada abundância de presas nas bermas das estradas pode atrair outros predadores e necrófagos para a proximidade das estradas, sujeitando-as a um risco de atropelamento acrescido. A implementação de uma rede a cobrir o talude impede que os coelhos consigam construir aí as suas galerias e diminui a frequência com que se aproximam da estrada reduzindo assim o risco de atropelamento.

IMPACTE A MINIMIZAR: atropelamento de fauna; acidentes rodoviários devido à presença de animais na via, instabilidade dos taludes de estrada.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: Antes da instalação da rede deve proceder-se ao corte da vegetação (herbácea e arbustiva) na área da sua instalação e à remoção de possíveis colónias de coelhos existentes. A rede, em aço galvanizado, do tipo coelheira, ou outra desde que a malha seja inferior a 3-4 cm, deve ser fixada ao solo, cobrindo todo o talude desde a berma da estrada até ao limite de expropriação. A extensão deve considerar pelo menos 500 m para cada lado do troço com presença de tocas, de ambos os lados da via, ou idealmente todo o troço que seja propício à presença de coelhos, de forma a evitar que as zonas limítrofes à colocação da rede sejam colonizadas. Ao longo do talude, é necessário colocar grampos agrafando as redes umas às

outras, de forma a não ficarem aberturas, e nos extremos deve assegurar-se que a mesma fica esticada e bem agarrada ao solo, idealmente enterrando cerca de 15-20 cm, evitando que levante. No caso da existência de árvores ou arbustos de dimensão razoável, a rede deve ser cortada de forma a contornar o tronco, o mais ajustado possível para não ficar com folga.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: As equipas responsáveis pela ceifa e corte de vegetação devem estar devidamente informadas sobre as zonas de intervenção de forma a não danificarem a rede durante os trabalhos. As atividades de ceifa e corte de vegetação podem ser efetuadas com normalidade, desde que sejam tidos alguns cuidados no manuseamento das máquinas. Deve ser realizada uma inspeção da rede após o corte da vegetação e reparados quaisquer eventuais danos.

COMPLEMENTARIDADE: Sem medidas complementares.

ALTERNATIVAS: As vedações em rede de malha progressiva, complementadas com uma rede em "L", constituem uma solução que dificulta o acesso dos coelhos à estrada, bem como dos seus predadores, mas não constituem uma alternativa eficaz na prevenção da ocupação dos taludes por colónias de coelhos.

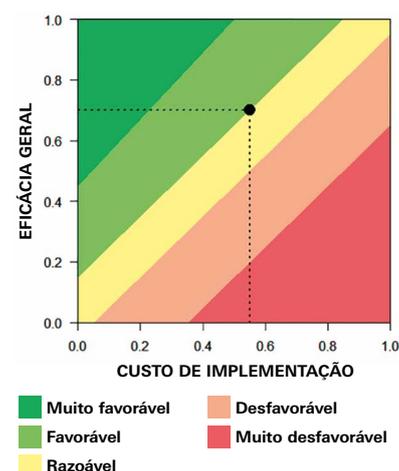
EFICÁCIA GERAL: No âmbito do projeto LIFE LINES foram instalados 2000 m de rede dissuasora de coelho, divididos por ambos os taludes de dois troços de 500 m da EN 4. Os dados recolhidos apontam para uma redução da mortalidade nos troços intervencionados, mas que não pode ser dissociada do decréscimo populacional que esta espécie tem tido em território nacional. Por essa razão, a eficácia desta medida na redução dos atropelamentos permanece imprecisa.

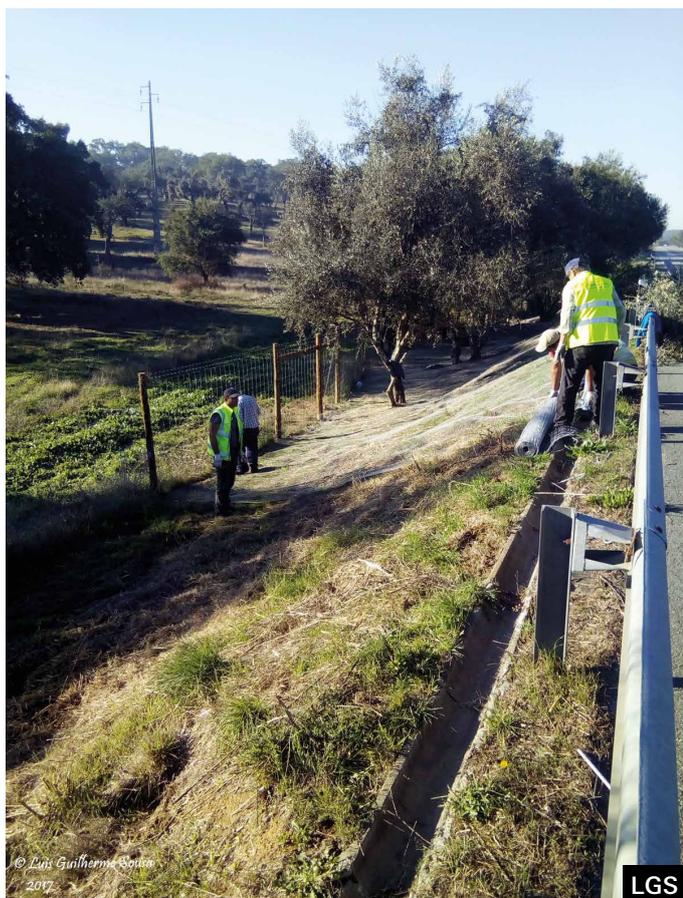
AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Rede dissuasora	Coelho	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ¹	Favorável

¹ A ação foi eficaz ao prevenir a instalação de novas tocas de coelho nos taludes, mas o efeito é indissociável da diminuição generalizada de coelho.

CUSTO-BENEFÍCIO:





LGS



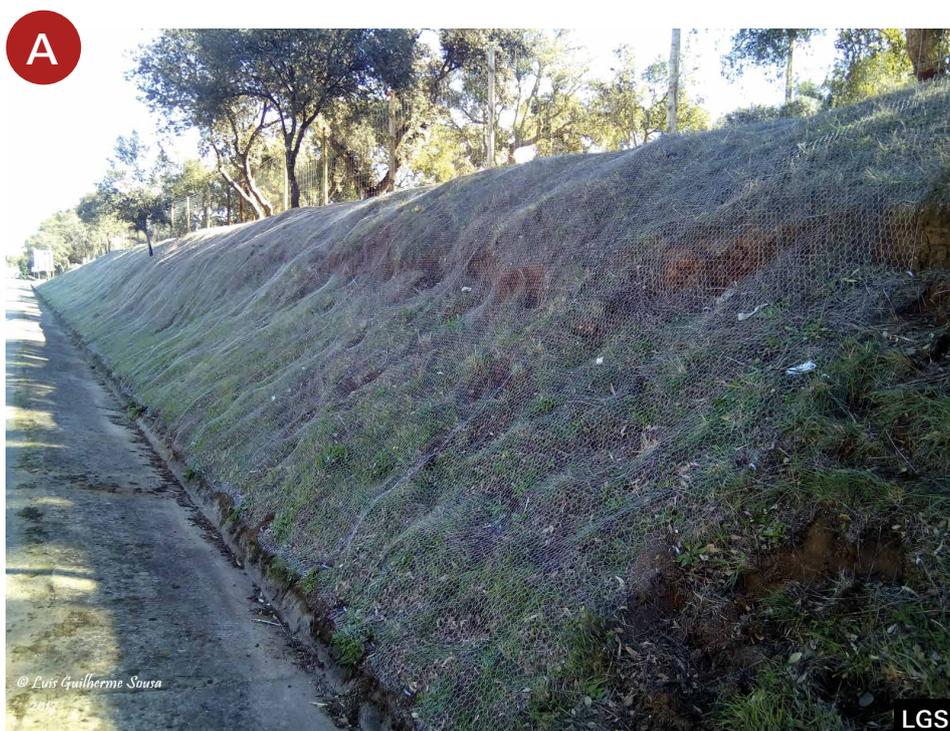
GG



GG

© Luis Guilherme Sousa
2017

Colocação de rede dissuasora de coelhos nos taludes da EN4, no distrito de Évora.



LGS



GG

© Luis Guilherme Sousa
2017

(A) Aspeto final da rede dissuasora de coelhos e (B) pormenor da colocação da rede junto às árvores para impedir locais de entrada de coelho.

REFLETORES LUMINOSOS PARA AVES DE RAPINA NOTURNAS



GRUPO-ALVO: aves de rapina noturnas.

ENQUADRAMENTO ECOLÓGICO: As rapinas noturnas (corujas, mochos e bufos) são das aves com maior mortalidade rodoviária por utilizarem as áreas limítrofes às rodovias como zonas de caça, ou como limites dos seus territórios. Em especial durante o período de dispersão, os juvenis aproximam-se demasiado das rodovias, expondo-se a risco de colisão. A utilização de refletores luminosos, que direcionam as luzes dos veículos em aproximação para as zonas envolventes, é uma solução usada para outros grupos (mamíferos ungulados e carnívoros), com resultados que não são consensuais [7,8]. Contudo a sua utilização para rapinas noturnas ainda não havia sido testada.

IMPACTE A MINIMIZAR: atropelamento de aves noturnas, acidentes rodoviários devido à presença dos animais.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS: Existem diferentes tipos de refletores que direcionam a luz refletida em três direções diferentes, consoante o perfil da estrada: em frente, para cima e para baixo. Para as aves de rapina noturnas aplicam-se principalmente os primeiros dois tipos. Assim, se a estrada se desenvolver à cota da envolvente ou em aterro pouco pronunciado, o refletor deve direcionar a luz em frente, sem inclinação. Se a estrada se desenvolver em escavação, o refletor deve direcionar a luz para cima. Deve garantir-se que os refletores se encontram bem direcionados e num suporte estável, como por exemplo, acoplados aos delineadores de estrada (de guarda metálica ou de solo). Devem ser colocados em intervalos de 25 m entre si em cada

faixa, alternando a sua posição em cada lado da estrada, ou seja, fazendo coincidir o refletor de um lado da estrada com a posição central do intervalo do outro lado da estrada.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO: Conciliando com outros trabalhos, deve ser feita uma vistoria anual. Deve ser feita uma gestão da vegetação de forma que esta não comprometa a dispersão da luz.

COMPLEMENTARIDADE: Esta medida pode funcionar de forma complementar à barreira em rede para espécies voadoras, aumentando a área de atuação com um custo mais reduzido.

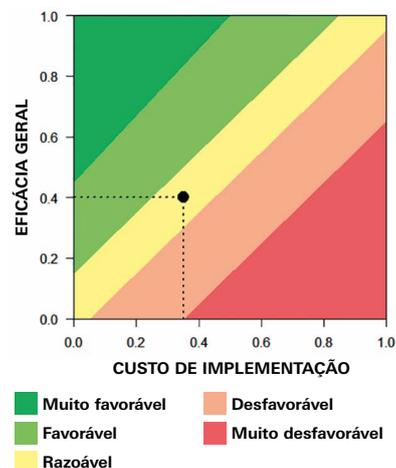
ALTERNATIVAS: Como alternativa podem ser instaladas Barreiras em rede para elevação de voo (ver pp. 26). Contudo, a instalação de barreiras em rede apresenta maior exigência técnica e custos mais elevados, sendo normalmente aplicadas em troços relativamente curtos. Os refletores luminosos permitem uma aplicação em maior extensão, sendo mais adequados quando a mortalidade ocorre ao longo de extensos troços de estrada e não está concentrada em pontos bem definidos.

EFICÁCIA GERAL: No âmbito do projeto LIFE LINES foram instalados 100 refletores luminosos num troço de 1200 m na Estrada Nacional 4, distados 25 m entre si. Dado que os atropelamentos de corujas, pelo tamanho das suas áreas vitais, são eventos ocasionais em períodos curtos de tempo, o volume de dados recolhido ainda não permitiu inferir a sua correta eficácia, sendo que esta apenas poderá ser aferida pelo cumulativo de registos após um estudo de longo-prazo.

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

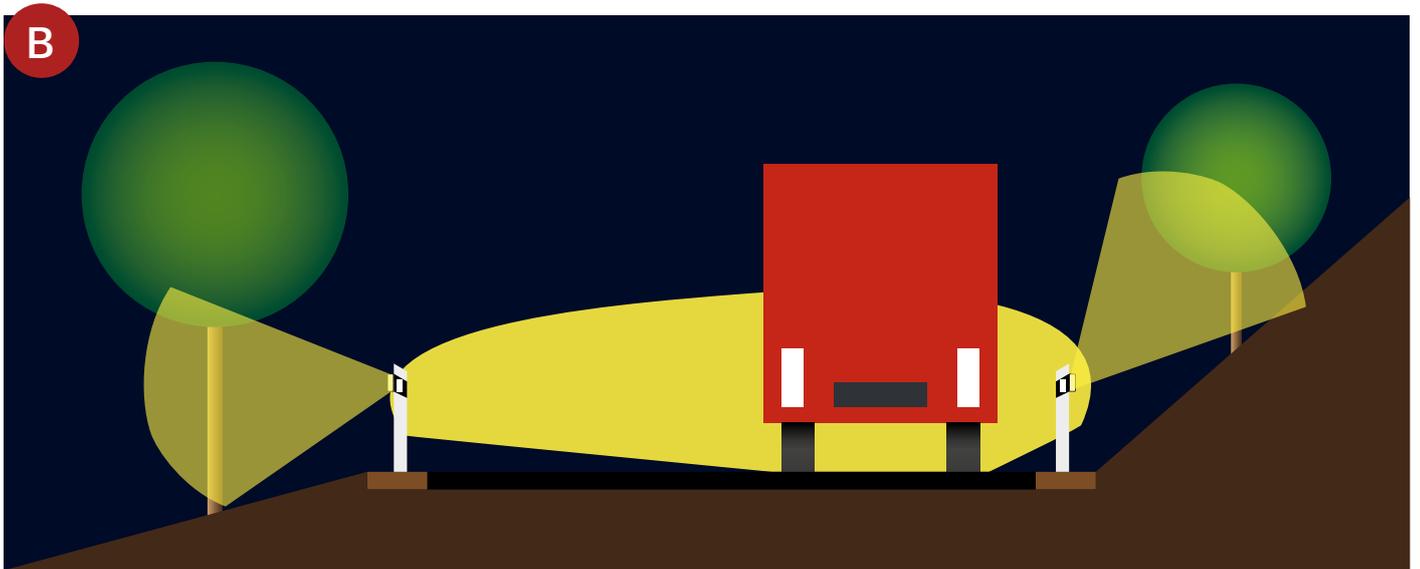
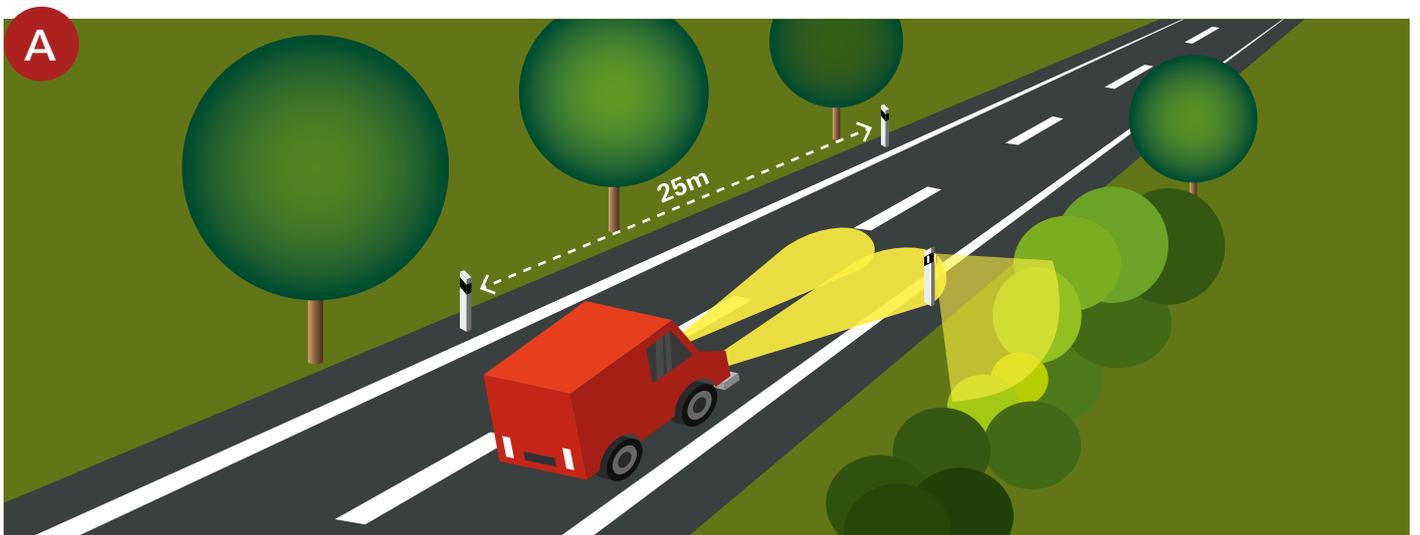
Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Refletores luminosos	Rapinas noturnas	● ○ ○ ○ ○	● ● ○ ○ ○	● ● ● ○ ○	● ○ ○ ○ ○	● ● ○ ○ ○	Razoável

CUSTO-BENEFÍCIO:





Refletor luminoso acoplado a um delineador de estrada.



Esquemas exemplificativos da (A) colocação dos refletores luminosos em intervalos de 25 m entre si em cada faixa, alternando a sua posição em cada lado da estrada, e (B) do tipo de refletor relativamente ao direcionamento da luz, mediante o perfil da estrada.



NS

Colocação do protótipo dissuasor de micromamíferos na faixa marginal de estrada.



Sinal A19b | Animais selvagens



Sinal A19c | Lince—ibérico



Sinal A19d | Anfíbios



Sinal A19d – Anfíbios, colocado na EN114, em Évora.

GG

Avaliação custo-benefício das soluções

Apresentam-se seguidamente os critérios e condições que fundamentaram a avaliação atribuída a cada solução, bem como o quadro-resumo da avaliação de cada solução.

	●○○○○	●●○○○	●●●○○	●●●●○	●●●●●
Dificuldade de implementação relativamente aos recursos humanos e logísticos necessários	Não necessita de projeto; requer apenas adaptações simples em estruturas existentes; execução não requer recursos humanos especializados nem em grande número	Não necessita de projeto; execução com reduzidas exigências; pode requerer um número significativo de recursos humanos não especializados, ou alguns especializados	Necessita de projeto simples; implica atividades de construção; pode necessitar de alguma maquinaria pesada ou apresentar requisitos técnicos exigentes; requer um número significativo de recursos humanos, alguns especializados	Necessita de projeto complexo; execução complexa; com mobilização de muitos recursos humanos especializados; necessita de maquinaria pesada; apresenta requisitos técnicos exigentes	Necessita de projeto complexo, execução complexa com requisitos técnicos exigentes, requer mobilização de muitos recursos humanos especializados. Necessita de maquinaria pesada. Necessita de corte transversal da estrada, total ou parcial
Custos de manutenção após a intervenção	Requer muito pouca manutenção (< 1 x ano)	Necessita de pouca manutenção (1 x por ano)	Necessita de manutenção mais frequente (e.g., semestral) ou mais rigorosa	Necessita de muita manutenção (3 a 4 x por ano), e/ou manutenção mais exigente	Necessita de manutenção frequentemente (> 6 x por ano), e manutenção muito exigente
Necessidade de Reabilitação da solução, determinada pelo período em que esta se mantém funcional	Solução duradoura e funcional a longo-prazo, com reduzida necessidade de reparação	Solução duradoura e funcional a longo-prazo, que pode necessitar de reparação a cada 5-10 anos	Solução duradoura e funcional a médio-prazo, com necessidade de reparação entre 2 a 5 anos	Solução pouco duradoura, que requer reparações frequentes (a cada 1-2 anos)	Solução pouco duradoura, que requer reparações muito frequentes (> 1 x ano)
Custos gerais da implementação, incluindo necessidade de elaboração prévia de projeto	< 50 000 €	50 000 – 100 000 €	100 000 – 150 000 €	150 000 – 200 000 €	> 200 000 €
Eficácia na mitigação de mortalidade ou promoção de movimentos de fauna	Solução sem eficácia; resultados não vão de encontro às expectativas; não são detetadas alterações do comportamento das espécies ou diminuição da mortalidade	Solução pouco eficaz; são detetadas alterações ténues no comportamento das espécies ou redução ligeira da mortalidade, no entanto indissociáveis de outras externalidades (e.g., flutuações populacionais)	Solução de eficácia modesta; ocorrem alterações do comportamento das espécies ou diminuição da mortalidade, embora não sejam significativas	Solução eficaz, correspondendo às expectativas; ocorrem alterações no comportamento das espécies ou diminuição da mortalidade, mas a eficácia não abrange transversalmente todas as espécies do grupo-alvo	Solução muito eficaz, superando as expectativas; ocorrem alterações significativas no comportamento das espécies e a mortalidade é substancialmente reduzida

Solução	Grupo-alvo	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Passagens inferiores e hidráulicas							
Passadiços	Fauna terrestre	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ¹	Favorável
Instalação de novas passagens hidráulicas	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável
Passagens específicas	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável
Adaptação de passagens hidráulicas existentes	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Favorável
Barreiras e vedações							
Barreiras permanentes em betão	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ²	●●●●●	Muito favorável
Barreiras amovíveis em lona	Anfíbios	●●●●●	●●●●● ³	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Favorável
Barreiras em rede para elevação de voo	Espécies voadoras	●●●●● ⁴	●●●●●	●●●●●	●●●●● ⁴	●●●●●	Favorável
Vedações em rede de malha progressiva	Mamíferos de médio-grande porte	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ⁵	●●●●●	Razoável
Vedações com rede complementar em "L"	Mamíferos em geral	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ⁵	●●●●●	Favorável
Medidas dissuasoras							
Rede dissuasora	Coelhos	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●● ⁶	Favorável
Refletores luminosos	Rapinas noturnas	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável
Dispositivos de ultrassons	Micromamíferos	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Desfavorável
Sinalização							
Sinalização vertical de alerta	Anfíbios	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Razoável

¹ a eficácia aumenta com a instalação de vedações de encaminhamento na envolvente das passagens.

² aumenta com comprimento do troço de estrada sujeita a intervenção. Os valores considerados para avaliação variam entre os 400 m e os 2 km, sendo que o valor mínimo de implementação são 100 m para cada lado da passagem, nos dois lados da estrada.

³ dependerá da velocidade de crescimento da vegetação. Em áreas mais húmidas, onde a vegetação tem crescimento mais rápido, serão necessárias mais cortes de vegetação.

⁴ aumenta com a extensão e altura da barreira (barreiras mais altas poderão necessitar de requisitos mais complexos).

⁵ aumenta com o comprimento da estrada sujeita a intervenção. Os valores considerados para avaliação variam entre os 2 km e os 20 km.

⁶ a ação foi eficaz ao prevenir a instalação de novas tocas de coelho nos taludes, mas o efeito é indissociável da diminuição generalizada de coelho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- [1] Seiler A (2002). Effects of Infrastructure on Nature. In: Trocmé M, Cahill S, De Vries JG, Farrall H, Folkeson L, Fry G, Hicks C, Peymen J (Eds.) (2003). COST 341 – Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review, pp. 31-50. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- [2] Craveiro J, Bernardino J, Mira A, Vaz PG (2019). Impact of culvert flooding on carnivore crossings. *Journal of Environmental Management* 231: 878-885.
- [3] Lesbarrères D, Lodé T, Merilä J (2004). What type of amphibian tunnel could reduce road kills? *Oryx* 38:220–223.
- [4] Ministerio de Medio Ambiente (2006). Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de habitats causada por infraestructuras de transporte, número 1. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 108 pp. Madrid.
- [5] Woltz HW, Gibbs JP, Ducey PK (2008). Road crossing structures for amphibians and reptiles: informing design through behaviour analysis. *Biological Conservation* 141:2745–2750.
- [6] CEDR (2016). Bat mitigation measures on roads – a guideline. CEDR, Brussels, 52 pp.
- [7] Iuell B, Bekker GJ, Cuperus R, Dufek J, Fry G, Hicks C, Hlaváč V, Keller VB, Rosell C, Sangwine T, Tørsløv N, Wandall B le Maire (Eds.) (2003). COST 341 – Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publishers, 180 pp.. ISBN:90 5011 186 6
- [8] Rytwinski T, Soanes K, Jaeger JAG, Fahrig L, Findlay CS, Houlihan J, et al. (2016). How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis. *PLoS ONE* 11(11): e0166941.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Ascensão F (2005). Ecologia de Estradas - Análise de estudos sobre a mortalidade de vertebrados por atropelamento e o uso de passagens hidráulicas por vertebrados. Dissertação para a obtenção de grau de mestre em Biologia da Conservação, Universidade de Évora.
- Barrientos R, Bolonio L (2008). The presence of rabbits adjacent to roads increases polecat road mortality. *Biodiversity and Conservation*, 18: 405-418.
- Borda de Agua L, Barrientos R, Beja P, Pereira H (2017). *Railway Ecology*. SpringerLink
- CEDR (2016). Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife. Final Report. CEDR, Brussels, 19 pp.
- CEDR (2016). Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife. Cost-effective maintenance to support the ecological functions of roads. CEDR, Brussels, 49 pp.
- CEDR (2016). Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife. Maintenance Handbook. CEDR, Brussels, 52 pp.
- EuroNatur (2010). TEWN Manual. Recommendations for the reduction of habitat fragmentation caused by transport infrastructure development. EuroNatur Foundation, Radolfzell, 135 pp.
- ICNB (2008). Manual de apoio à análise de projectos relativos à implementação de infraestruturas lineares. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Relatório não publicado. Lisboa, 65pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural (2008). Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de habitats por infraestructuras de transporte, número 2. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 138 pp.
- Ministry of Agriculture, Food and the Environment (2016). Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design (2nd edition, revised and expanded). Documents for the mitigation of habitat fragmentation caused by transport infrastructure, number 1. Ministry of Agriculture, Food and the Environment. 124 pp. Madrid.
- O'Brien EJ, Tschan G, Wansink D, Puky M (2016). Design of roads in harmony with wildlife. *Transportation Research Procedia* 14: 509 – 517
- O'Brien E, van der Grift E, Elmeros M, Wilson-Parr, Carey C (2018). Call 2013: Roads and Wildlife The Roads and Wildlife Manual. CEDR, Brussels, 123 pp.
- Rosell C, Álvarez, G, Cahill S, Compeny R, Rodriguez A, Seiler A (2003). COST 341. La fragmentación del habitat en relación com las infraestructuras de transporte en España. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 317 pp.

- Rosell C, Velasco Rivas J (1999). Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna. Documents dels Quaderns de Medi Ambient, 4. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient. Barcelona.
- Sétra (2011). Bats and road Transport Infrastructure. Threats and preservation measures. Sétra Information Notes 91. 22pp.
- Van der Ree R, Smith DJ, Grilo C (eds.) (2015). Handbook of Road Ecology. John Wiley & Sons, West Sussex, 522 pp.



O Programa LIFE é um instrumento financeiro comunitário. Foi criado com o objetivo de contribuir para a execução, atualização e desenvolvimento das Políticas e Estratégias Europeias na área do Ambiente, através do cofinanciamento de projetos com valor acrescentado europeu.

O subprograma LIFE Natureza e Biodiversidade cofinancia projetos que visam restaurar e conservar habitats naturais ameaçados e proteger espécies de conservação prioritária na União Europeia, bem como projetos inovativos e demonstrativos direcionados para a conservação da biodiversidade no geral.

O LIFE LINES (LIFE14 NAT / PT/ 001081) – Rede de Infraestruturas Lineares com Soluções Ecológicas é cofinanciado a 60% pelo Programa LIFE – Natureza e Biodiversidade da Comissão Europeia, com um orçamento total de 5 540 485 €, e duração de agosto de 2015 a maio de 2021.



Email | info.lifelines@uevora.pt

Website | <https://lifelines.uevora.pt>

Facebook | www.facebook.com/lifelinesconservation

Vimeo | <https://vimeo.com/user48795863>

Co-financiado por:



LIFE-LINES (LIFE14 NAT / PT / 001081)
– Rede de Infraestruturas Lineares com Soluções Ecológicas Projeto co-financiado a 60% pelo Programa LIFE – Natureza e Biodiversidade da Comissão Europeia

Beneficiário coordenador:



Beneficiários associados:



Colaboradores:

