

GUIÃO DE BOAS PRÁTICAS

Solução Inovadora
para a Redução de Mortalidade
de Aves em Linhas Elétricas
de Média Tensão:
a Eco Esteira Horizontal





LGS

FICHA TÉCNICA

Coordenação da edição

Samuel Infante (QUERCUS), Carlos Rochinha (E-REDES), Carmo Silva (Universidade de Évora), André Oliveira (Universidade de Évora), Nuno Pedroso (Universidade de Évora), Pedro Salgueiro (Universidade de Évora) e António Mira (Universidade de Évora)

Contribuições

Paulo Alves, João Craveiro, Tiago Pinto e Luis Guilherme Sousa

Créditos fotográficos

Samuel Infante, Pedro Alves.

Design gráfico

Rui Belo

ISBN

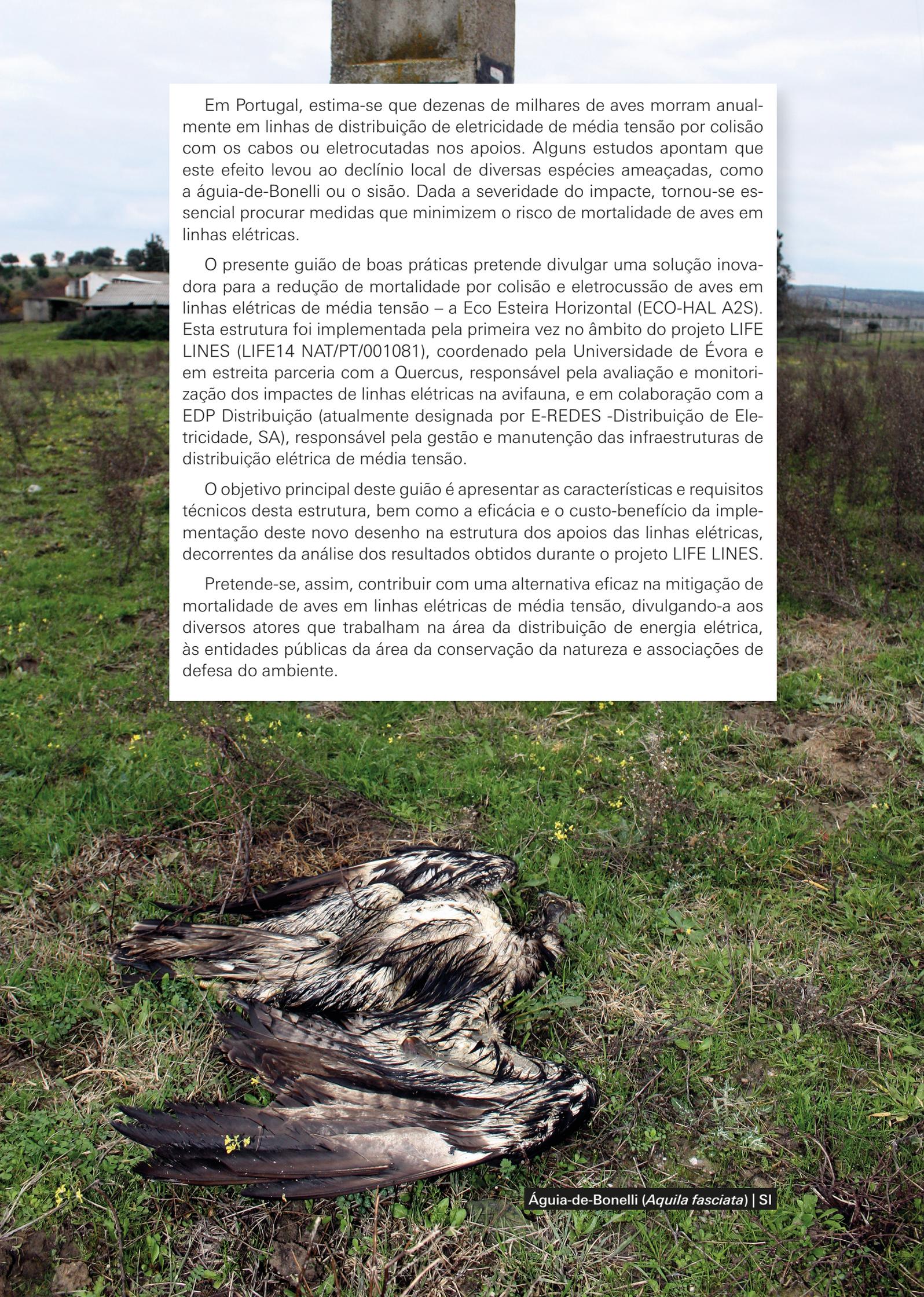
978-972-778-253-6

Edição

Universidade de Évora

Este documento deve ser citado como:

Infante, S., Rochinha, C., Silva, C., Oliveira, A., Pedroso, N., Salgueiro, P. & Mira, A. (2022) Guião de Boas Práticas: Solução Inovadora para a Redução de Mortalidade de Aves em Linhas Elétricas de Média Tensão: a Eco Esteira Horizontal. Projeto LIFE LINES. Universidade de Évora. ISBN: 978-972-778-253-6.

A photograph of a dead Bonelli's Eagle (Aquila fasciata) lying on its back on a patch of green grass with some dry twigs. The bird's wings are spread out, and its head is turned to the right. The background shows a rural landscape with a house and trees under a cloudy sky.

Em Portugal, estima-se que dezenas de milhares de aves morram anualmente em linhas de distribuição de eletricidade de média tensão por colisão com os cabos ou eletrocutadas nos apoios. Alguns estudos apontam que este efeito levou ao declínio local de diversas espécies ameaçadas, como a águia-de-Bonelli ou o sisão. Dada a severidade do impacto, tornou-se essencial procurar medidas que minimizem o risco de mortalidade de aves em linhas elétricas.

O presente guião de boas práticas pretende divulgar uma solução inovadora para a redução de mortalidade por colisão e eletrocussão de aves em linhas elétricas de média tensão – a Eco Esteira Horizontal (ECO-HAL A2S). Esta estrutura foi implementada pela primeira vez no âmbito do projeto LIFE LINES (LIFE14 NAT/PT/001081), coordenado pela Universidade de Évora e em estreita parceria com a Quercus, responsável pela avaliação e monitorização dos impactos de linhas elétricas na avifauna, e em colaboração com a EDP Distribuição (atualmente designada por E-REDES -Distribuição de Eletricidade, SA), responsável pela gestão e manutenção das infraestruturas de distribuição elétrica de média tensão.

O objetivo principal deste guião é apresentar as características e requisitos técnicos desta estrutura, bem como a eficácia e o custo-benefício da implementação deste novo desenho na estrutura dos apoios das linhas elétricas, decorrentes da análise dos resultados obtidos durante o projeto LIFE LINES.

Pretende-se, assim, contribuir com uma alternativa eficaz na mitigação de mortalidade de aves em linhas elétricas de média tensão, divulgando-a aos diversos atores que trabalham na área da distribuição de energia elétrica, às entidades públicas da área da conservação da natureza e associações de defesa do ambiente.



Águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) | SI

Índice

O projeto LIFE LINES	6
Objetivos do Projeto	7
Enquadramento da problemática	8
Desenho e conceção da Eco Esteira Horizontal	12
Fases do processo para instalação e avaliação da Eco Esteira Horizontal	16
Avaliação da eficácia da Eco Esteira Horizontal na mortalidade de aves	19
Glossário técnico	25
Bibliografia	26

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 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.

A procura de soluções de carácter demonstrativo e inovador para resolver um conjunto de problemas identificados em infraestruturas lineares, como as linhas elétricas, foi um dos objetivos explorados no âmbito do projeto. No âmbito do LIFE LINES, desenvolveu-se e testou-se uma nova tipologia construtiva, entretanto, normalizada na E-REDES. Esta armação, em esteira horizontal apresenta um plano de colisão em suspensão e um maior afastamento entre fases, contribuindo desta forma para a redução simultânea da mortalidade na avifauna quer por eletrocussão quer por colisão, sendo por essa via mais eficaz que a anterior: a Eco Esteira Horizontal (ECO-HAL A2S).

SAIBA MAIS EM
LIFELINES.UEVORA.PT



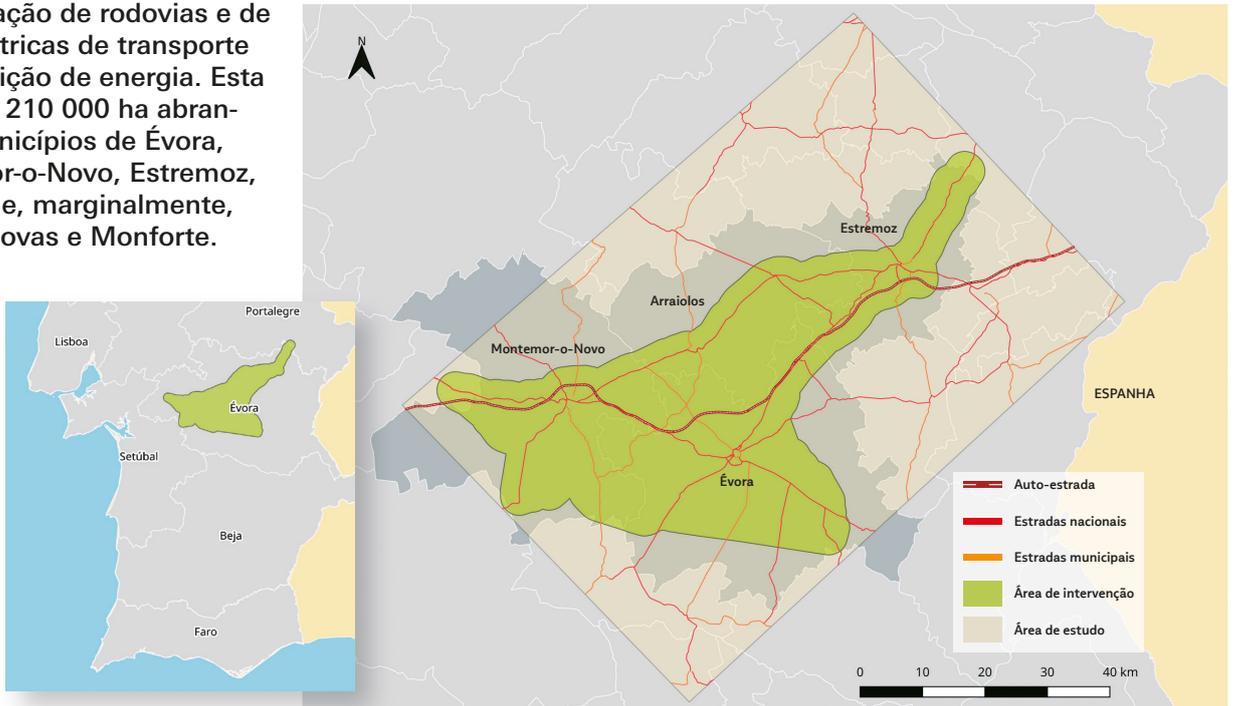
A área de intervenção do LIFE LINES é atravessada pelo principal corredor de transportes terrestres entre Lisboa e Madrid, onde existe uma elevada concentração de rodovias e de linhas elétricas de transporte e distribuição de energia. Esta área com 210 000 ha abrange os municípios de Évora, Montemor-o-Novo,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



2015-2021



Alentejo Central



Objetivos do Projeto:



Enquadramento da problemática

A relação entre aves e linhas elétricas aéreas motivou inúmeros estudos sistemáticos nas últimas décadas, não apenas a nível nacional, mas em quase todo o mundo (e.g. 1; 2; 3). O atual estado de conhecimento, aceite pelas várias entidades do sector da energia elétrica, entidades públicas da área da conservação da natureza e associações de defesa do ambiente, aponta para a possibilidade de ocorrerem mortalidades significativas localizadas

no tempo e no espaço. Sempre que se conjugam determinadas condições de habitat favoráveis à ocorrência de espécies, presença de espécies sensíveis à colisão e eletrocussão, condições meteorológicas desfavoráveis e linhas elétricas, é de esperar um aumento das taxas de mortalidade.

Diferentes tipologias de construção de apoios também afetam de diferente modo as taxas de mortalidade de avifauna. Em Portugal, existem diferentes tipologias sendo que neste guião iremos apresentar brevemente algumas das mais comuns e estudadas no âmbito desta problemática, nomeadamente apoios tipo TAL – Triângulo rígido; GAL – Galhardete; PT com seccionador vertical; GAL HDR – Galhardete com derivações; seccionador vertical com e sem arcos isolados.

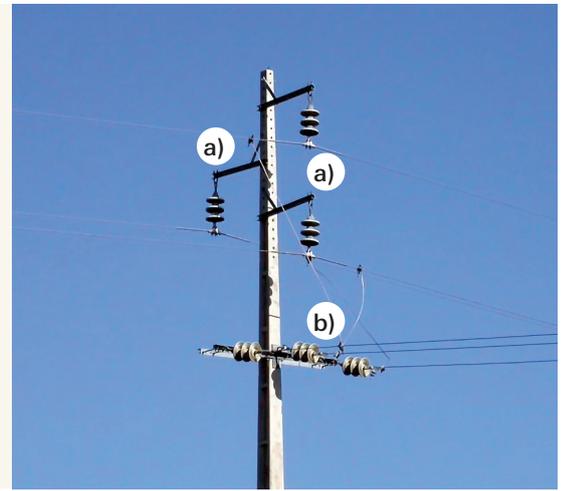


Apoio tipo **Seccionador Horizontal**. Esta é a tipologia com maior índice de mortalidade associado por eletrocussão em Portugal, sendo o valor de 0,53 (aves/apoio/ano). É um apoio com uma função de corte (interruptor) com uma tipologia cuja construção já não é permitida, apesar de ainda existirem milhares em todo o país.



Apoio tipo **PT com Seccionador Vertical**, com um bufo-real (*Bubo bubo*) eletrocutado. Esta tipologia é a segunda com maior índice de mortalidade associado por eletrocussão em Portugal 0,31 (aves /apoio/ano).

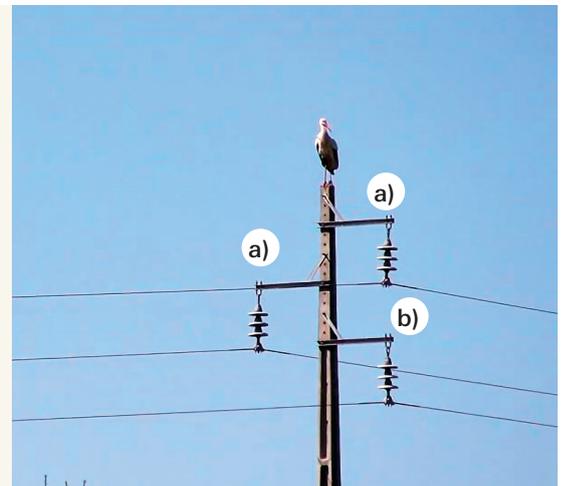
Apoio tipo **GAL HDR Galhardete com derivações**. Esta tipologia de apoio é uma das mais frequentemente utilizadas nos nossos dias para distribuição de eletricidade em média tensão e a terceira que apresenta risco de eletrocussão elevado para aves de média a grande envergadura, como cegonhas, águias ou abutres. Além do risco de um apoio tipo Galhardete (GAL), tem outro risco associado a HDR da derivação ao fazer arco entre a ave pousada no apoio e uma das duas fases superiores (a) ou quando as aves pousam na travessa de baixo (b). A mortalidade associada por eletrocussão em Portugal para esta tipologia é 0,28 (aves /apoio/ano).



Apoio tipo **TAL Triângulo Rígido com medidas anti eletrocussão**. É uma tipologia de linhas antiga, ainda muito frequente em Portugal e com elevado risco de mortalidade por eletrocussão. É a quarta tipologia com maior mortalidade associado por eletrocussão em Portugal 0,25 (aves/apoio/ano). Atualmente já não é permitido contruir novas linhas elétricas com esta tipologia. Nesta fotografia encontra-se pousada uma águia-cobreira (*Circaetus gallicus*).



Apoio tipo **GAL Galhardete**. É uma das tipologias de apoio mais frequentemente utilizadas na atualidade para distribuição de eletricidade em média tensão. Apresenta risco de eletrocussão médio/elevado para aves de envergadura média a grande (como cegonhas, águias ou abutres) ao fazer arco entre a ave pousada no apoio e uma das duas fases superiores (a) ou quando as aves pousam na travessa de baixo (b). A mortalidade associada por eletrocussão em Portugal para esta tipologia é 0,06 (aves/apoio/ano).



Apoio tipo **Seccionador Vertical com arcos isolados**. Os novos seccionadores que vieram substituir a tipologia Seccionador Horizontal, são montados na vertical e podem ter os arcos isolados. O seccionador vertical não representa perigo de eletrocussão para as aves.

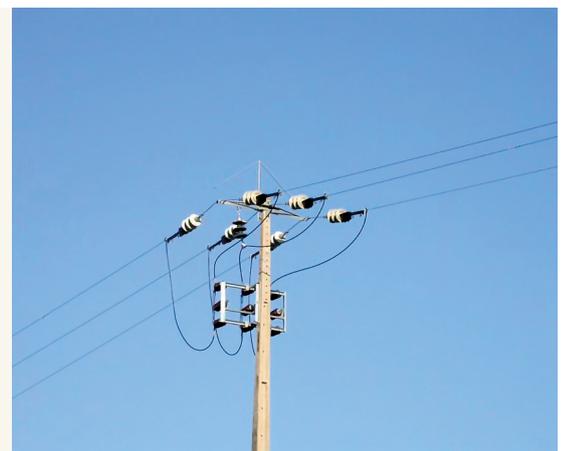


Tabela I – Número (amostra), média de mortalidade (aves/apoio/ ano) e erro padrão por tipologia de apoio inventariado (adaptado de Infante et al , 2005 [4]).

Tipologia	Eletrocussão			Colisão		
	Amostra	Média mortalidade	Erro padrão	Amostra	Média mortalidade	Erro padrão
Seccionador Horizontal*	984	0,53	0,08			
PT com seccionador vertical**	296	0,31	0,11			
Qualquer Galhardete com derivações**	330	0,28	0,09			
Triângulo isol. rig. Vertical	8574	0,25	0,02	832	2,60	0,13
Galhardete Média isol suspensos	4722	0,06	0,01	572	4,22	0,22
Seccionador Vertical	984	0,53	0,08			

* No caso do Seccionador Horizontal não são apresentados dados para a colisão, uma vez que não se aplica. Esta tipologia de linha não existe em seccionador e a análise é feita por planos.

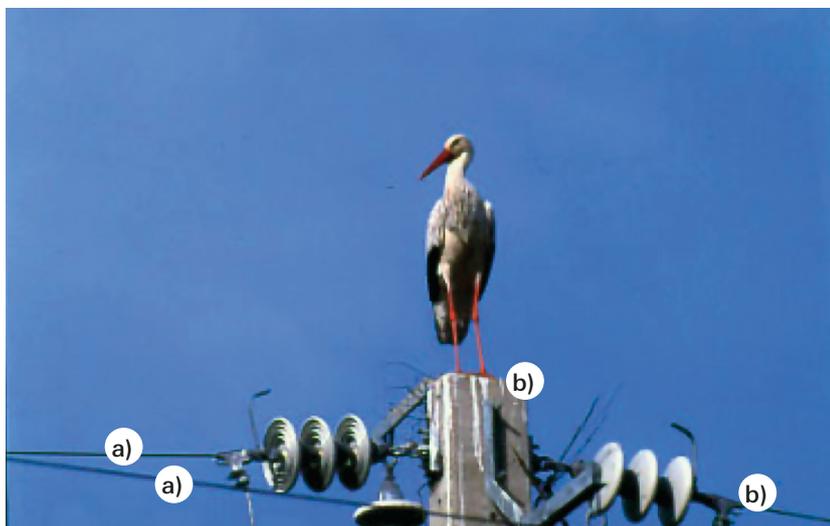
** Sem dados de mortalidade por colisão de aves para estas tipologias.

Diversos estudos realizados sobre este tema comprovaram que uma parte significativa de linhas elétricas provoca mortalidades regulares na avifauna. Alguns troços contribuíram mesmo para a regressão de populações de espécies ameaçadas, como a abetarda (2), o sisão (5), a águia-imperial (6) ou a águia-de-Bonelli (7). A mortalidade de avifauna devido às linhas elétricas ocorre por dois processos distintos, a eletrocussão e a colisão, que têm características próprias ao nível dos impactes para a avifauna e ao nível da amostragem de campo necessária (8). Como referido, o fenómeno de mortalidade de aves em linhas elétricas tem sido estudado à escala internacional e tem motivado numerosos esforços com vista à sua minimização. Nestas iniciativas e procura de soluções encontram-se envolvidas diversas entidades incluindo companhias elétricas, centros de investigação e associações de conservacionistas.

Em Portugal, de acordo com o Protocolo Avifauna I (4), a mortalidade média estimada para as linhas de média tensão foi de 0,18 aves mortas por eletrocussão por apoio por ano e 3,4 aves mortas por colisão por km por ano. Desta forma, **estima-se que morram anualmente por colisão e eletrocussão cerca de 100 mil aves selvagens nas áreas protegidas em Portugal continental e cerca de 300 mil aves por ano em todo o território.**

Como ocorre a eletrocussão?

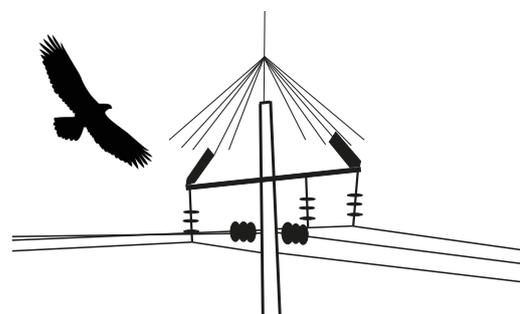
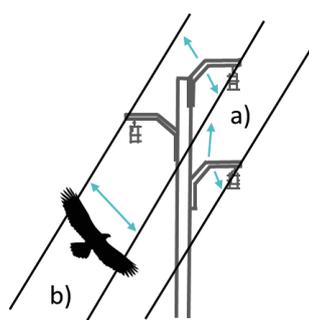
A eletrocussão tem lugar quando uma ave estabelece contacto entre dois elementos condutores, a potenciais diferentes, permitindo a circulação de uma corrente elétrica significativa através do seu corpo, que poderá ser mortal. Ocorre através do contacto com dois condutores aéreos ou entre um condutor e um outro qualquer elemento ligado à terra (por exemplo uma trave de metal no topo de um apoio), podendo originar-se uma linha condutora. Este é um problema que ocorre maioritariamente pelas distâncias características das linhas de média tensão e afeta aves que pousam regularmente em apoios (e.g. cegonhas, rapinas diurnas e/ou corvídeos).



Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) pousada num apoio tipo GAN. O risco de electrocussão deve-se ao contacto entre fases (a) ou entre fase e neutro no apoio (b).

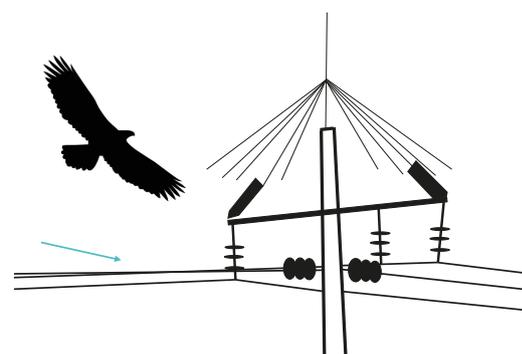
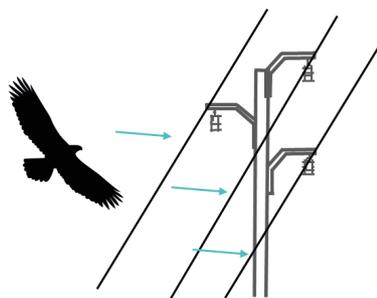
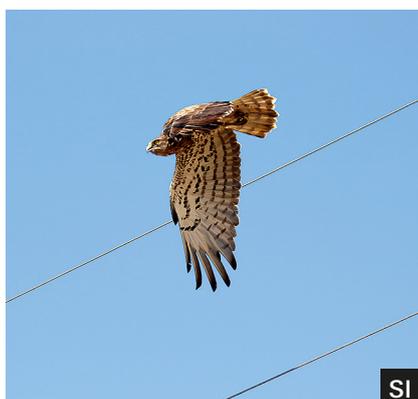


Coruja-do-mato (*Strix aluco*) electrocutada devido a contacto entre duas fases de linha de baixa tensão.



Como ocorre a colisão?

A colisão resulta do embate das aves com os condutores aéreos de média e alta tensão, assim como com os cabos de terra ou cabos de guarda das linhas de alta/muito alta-tensão. Todas as espécies são suscetíveis de colidir com os elementos das linhas elétricas, mas as características específicas de algumas espécies, como a fraca agilidade de voo e o comportamento gregário tornam alguns grupos de aves mais sensíveis, como as aves estepárias e as aves aquáticas. A probabilidade de colisão é particularmente grave em locais onde se concentram grandes quantidades de aves.



Desenho e conceção da Eco Esteira Horizontal

Considerações técnicas

Como já referido anteriormente, os principais efeitos negativos diretos das linhas elétricas são a mortalidade associada à colisão e à eletrocussão. A solução para reduzir estes efeitos está relacionada com o desenvolvimento de uma tipologia construtiva diferente da tecnologia disponível até ao momento e mais utilizada na distribuição de eletricidade. Considerando os níveis crescentes de investimento que as entidades gestoras de linhas elétricas têm vindo a suportar com a instalação adicional de dispositivos dirigidos à mitigação destes problemas, a experiência mostra, ou mesmo exige, que se estudem e avaliem soluções inovadoras construtivas de linhas e de balizagem mais eficazes. No âmbito deste projeto, foi então desenvolvida a Eco Esteira Horizontal ou ECO-HAL A2S, armação em esteira horizontal para postes de betão em alinhamento.

As tipologias convencionais como as descritas anteriormente apresentam vários planos de colisão (correspondentes aos cabos elétricos), como por exemplo a galhardete, que apresenta três cabos elétricos a diferentes alturas. Trabalhos realizados sobre o tema indicam que quantos mais planos, maior é o risco de colisão (9). Neste sentido, foi desenvolvida uma tipologia construtiva com o menor número de planos de colisão possível (um plano) que constitui uma alternativa mais eficiente. Para diminuir a colisão, também se baixou o braço do meio e o seu cabo correspondente (cerca de 80 cm em relação ao utilizado na tipologia convencional HAL A2S) para o mesmo nível dos cabos exteriores. O risco de eletrocussão também foi reduzido alterando o desenho da tipologia de construção. Esta redução foi conseguida através do alargamento das distâncias de segurança entre os cabos (min 1,40m) e através da definição de um desenho construtivo da cabeceira dos apoios que não facilita o poiso das aves com instalação de dispositivos anti nidificação (tipo Guarda-chuvas) e anti poiso chapa EVD.

REQUISITOS DE MANUTENÇÃO

Reduzidos. A sua degradação ocorre à mesma velocidade que a própria estrutura dos apoios das linhas elétricas, pelo que a sua manutenção está englobada nas ações de manutenção das travessas e isoladores. Os custos de manutenção são mais baixos que a tipologia em galhardete e outras soluções uma vez que não tem materiais anti eletrocussão que se desgastam e que são necessários substituir a cada 10 anos. A expectativa de durabilidade da Eco Esteira Horizontal é de 30/40anos, a não ser que seja danificada devido a eventuais estragos decorrentes de eventos meteorológicos extremos.

COMPLEMENTARIDADE COM OUTRAS INTERVENÇÕES

Este tipo de apoio pode ser ainda combinado com medidas de sinalização anti-colisão (BFD, Fire flies). Ao ter apenas um plano de colisão, a aplicação destes dispositivos é mais reduzida, sendo apenas necessário sinalizar os dois cabos exteriores e não os três, como acontece na sinalização usada anteriormente.

ALTERNATIVAS

Até à construção da ECO-HAL A2S no âmbito deste projeto e a sua homologação para linhas de média tensão não existia em Portugal uma solução que tivesse apenas um plano de colisão para construção de linhas em suspensão e alinhamento e sem risco de eletrocussão pelo desenho inovador da cabeça do apoio. Desta forma, esta é a primeira solução de base que minimiza simultaneamente a colisão e a eletrocussão, reduzindo a mortalidade de avifauna, permitindo uma maior generalização da sua aplicação na construção de novas redes em Áreas Classificadas.

LIMITAÇÕES

A Eco Esteira Horizontal é específica para construção de rede em suspensão podendo ser aplicada na remodelação de linhas existentes de tipologia em galhardete (3 planos de colisão) com potencial de mortalidade como foi o caso deste projeto. De referir, que nestes casos, podem existir algumas limitações na sua aplicação devido à degradação de alguns apoios existentes e ou apoios com características técnicas não adequadas à esteira. Nestes casos, devem os mesmos serem substituídos por apoios novos, com características adequadas.

ESQUEMA E DESENHOS DA ECO ESTEIRA HORIZONTAL:

Vista frontal
Esc. 1/20

Vista lateral
Esc. 1/20

Vista superior
Esc. 1/20

LEGENDA:

- 1 UPN100
- 2 UPN100
- 3 Br60x6
- 4 AQ100x12
- 5 CH3
- 6 M20x45x30+P(1)+AP(1)+AM(1)
- 7 QZ16-235-70
- 8 FLT40x25x3
- 9 M10x35+P(1)+AP(1)+AM(1)
- 10 OEV-R16
- 11 P16-C(100)+P(4)+AP(4)

TABELA DE CÓDIGOS SAP:

Postes	Código SAP
P00	
P01	
P02	20150420
P03	
P04	
M04	
M06	20150421

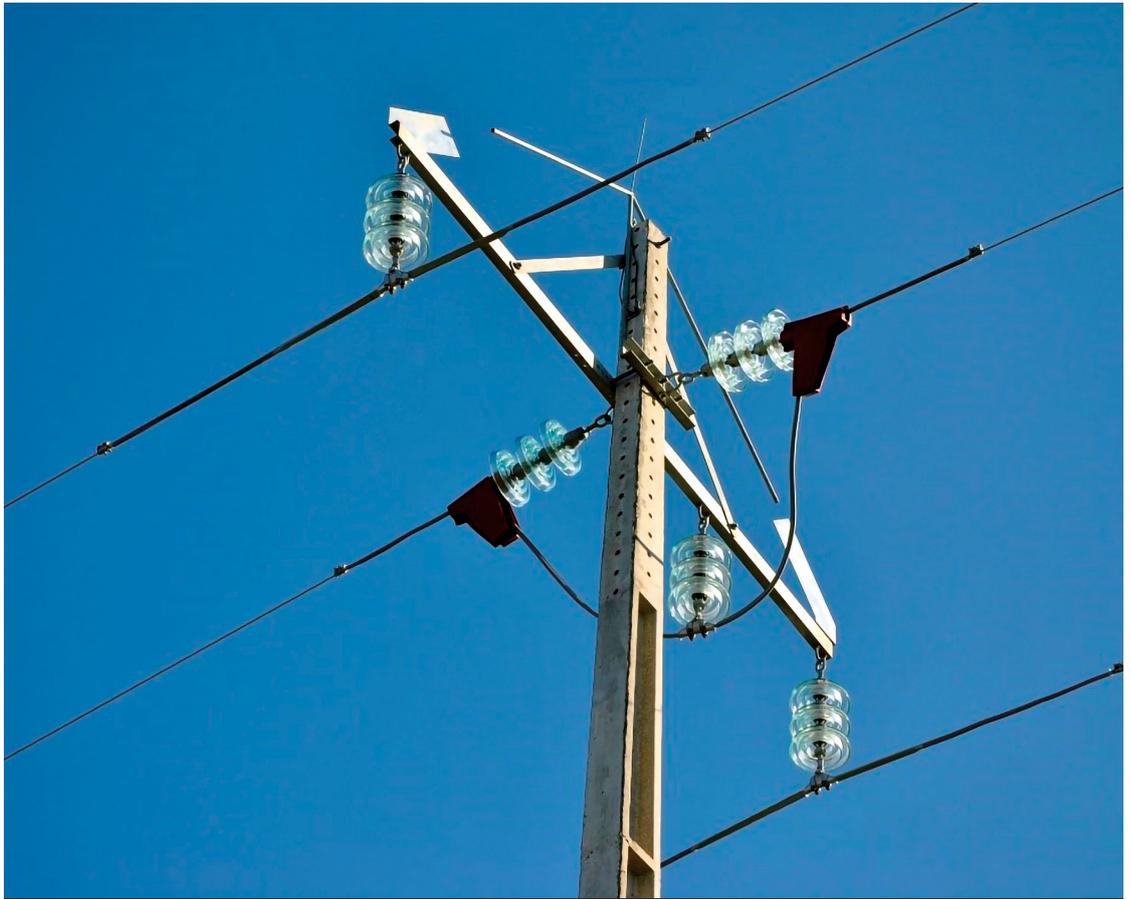
ESPECIFICAÇÕES DE DIMENSÕES (Vista superior):

- 3370
- 960
- 70
- 665
- 530
- 150
- 750
- 1695
- 7035
- 3600

TÍTULO: ARMAÇÃO PARA POSTES DE MT
HAL-A2S - ARMAÇÃO EM ESTEIRA HORIZONTAL PARA POSTE DE ALINHAMENTO - PROTEÇÃO DE AVIFAUNA
 CONFIGURAÇÃO DO CONJUNTO
 VISTAS FRONTAL, LATERAL E SUPERIOR
 TABELA DE CÓDIGOS SAP

INDICE	DESIGNAÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO	APROV.	VER.	DES.	2021/10/18	RUBRICA
	FORMATO A3								
	PLOTAGEM 1-1								
	ESCALAS 1/20								
	SUBSTITUI								
	C66-045A-2014								
	CÓDIGOS DE OBRA								
	Nº DESENHO								
	C67-5-0032-01								
	INDICE								
	0								

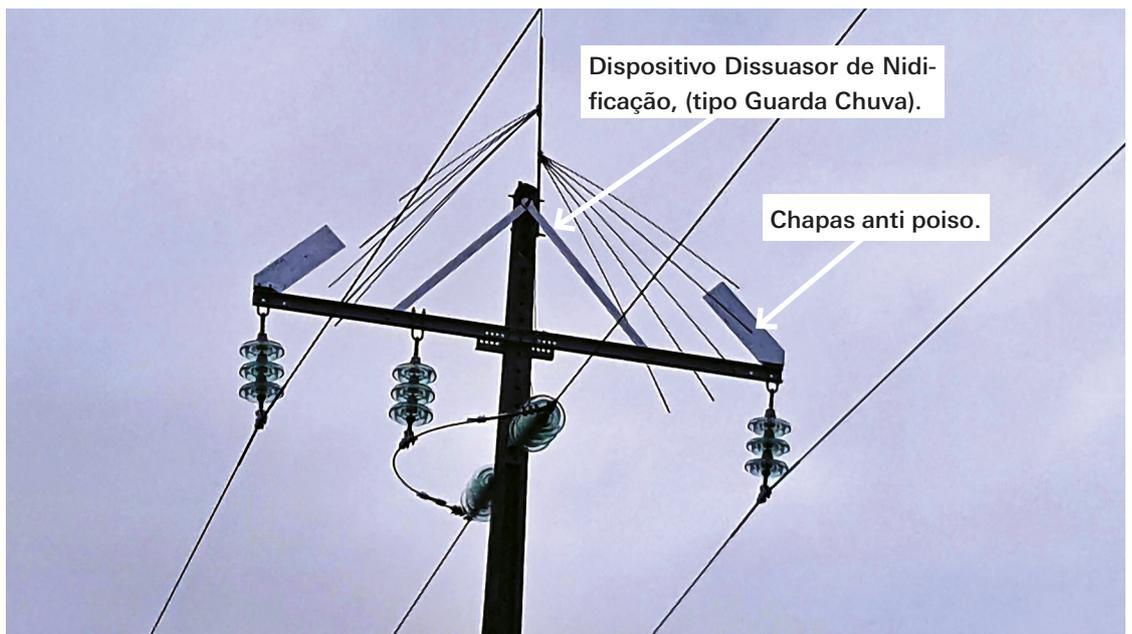
ECO ESTEIRAS HORIZONTAIS MONTADAS NOS APOIOS:



Esteira Horizontal, que serviu de base.

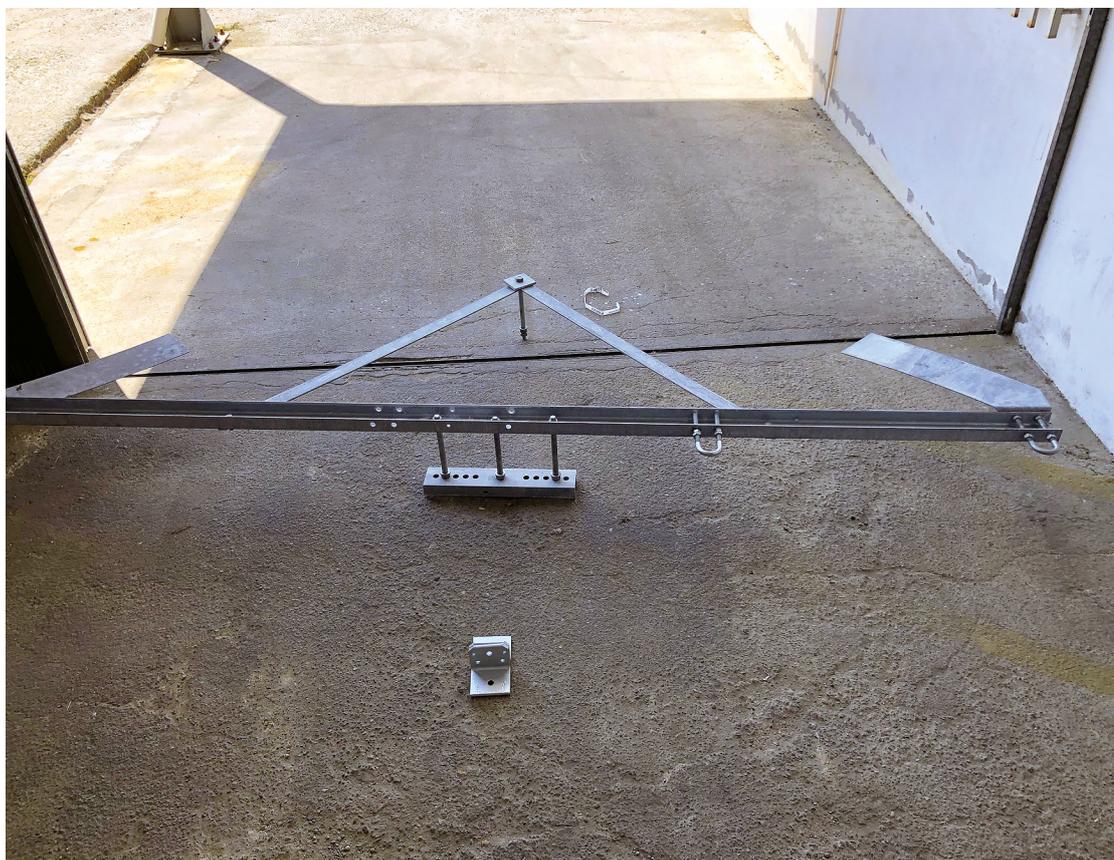
Colisão - Apresenta 2 planos de colisão, a fase do meio está amarrada acima dos condutores externos, necessitando de sinalização nos 3 condutores, se aplicável.

Eletrocussão - Distâncias entre fases necessitam de isolamento dos cabos junto ao apoio, se aplicável.



Colisão - Com a descida da fase do meio ao nível das fases externas, apresenta apenas 1 plano de colisão, necessitando apenas de sinalização nos condutores externos, se aplicável.

Eletrocussão: A operação anterior promoveu uma maior distâncias entre fases, evitando a aplicação da solução anti eletrocussão, se aplicável.



Componentes metálicas construtivas da eco esteira.



Fases do processo para instalação e avaliação da eco esteira horizontal

Informação preliminar

1. Identificar locais prioritários de implementação com risco potencial ou confirmado de mortalidade, baseados em:

- Registos de mortalidade;
- Mapas de ocorrência de espécies suscetíveis / ameaçadas;
- Mapas de conectividade / rotas de migração entre locais de nidificação e invernada;
- Situações específicas: áreas protegidas, zonas de proteção especial (ZPEs), áreas importantes para as aves (IBBAs).

2. Sinalizar as características do local que condicionem as intervenções:

- Existência de árvores junto ao apoio;
- Presença de culturas nas propriedades;
- Pedido de autorização aos proprietários.

Desenho e planeamento

1. Desenhar e planear a intervenção, integrando as características do local.

- Avaliação dos apoios, como idade, tipologia de construção;
- Avaliação da possibilidade de adaptação dos apoios existentes e/ou da necessidade de substituir os apoios existentes.

Implementação

1. Selecionar a altura mais adequada de intervenção, tendo em consideração:

- Condições meteorológicas sazonais;
- Ecologia das espécies;

- Regimes de exploração nos terrenos;
- Autorização dos proprietários dos terrenos.

Manutenção

1. Estabelecer a periodicidade de manutenção da estrutura de acordo com:

- A manutenção das travessas e isoladores dos apoios;
- Vulnerabilidade a eventos meteorológicos extremos (chuva, acumulações de gelo e neve, ventos).

Monitorização / Ajustamento

1. Monitorização de:

- Efeitos sobre a mortalidade (alteração de padrões);
- Efeitos sobre a abundância de fauna;
- Efeitos sobre o movimento de fauna.

2. Avaliação da eficácia da intervenção

3. Ajustamento das medidas de intervenção

- Identificação do problema;
- Reversão ou melhoramento da solução implementada.

COLOCAÇÃO DAS ECO ESTEIRAS HORIZONTAIS:





Avaliação da eficácia da Eco Esteira horizontal na mortalidade de aves

No âmbito do projeto, foram instaladas 49 Eco Esteiras Horizontais (ECO-HAL A2S), ao longo de 9 km de linhas de média tensão no concelho de Évora. Esta área intervencionada, assim como outra com características semelhantes, mas não intervencionada (designada de controlo), foram prospetadas de igual forma para permitir a comparação entre elas. A avaliação da eficácia foi realizada com base num desenho experimental designado de BACI (Before-After-Control-Impact). Esta abordagem

permite avaliar qual a real eficácia da Eco Esteira, uma vez que compara antes e após as intervenções quer nas zonas intervencionadas quer no controlo. Desta forma, esta metodologia permite isolar a redução na mortalidade das aves devido à instalação das Eco Esteiras Horizontal de outros fatores externos, como por exemplo os fatores meteorológicos.

O método base de prospeção consistiu em percorrer, a pé, troços pré-definidos de linhas elétricas, procurando localizar e contabilizar cadáveres de aves (e.g. 10; 11). As linhas foram monitorizadas nas diferentes épocas dos ciclos de vida das espécies (reprodução: março-abril, dispersão de juvenis: maio-agosto, migração: setembro-novembro, e inverno: dezembro-fevereiro), um ano antes e um ano após a intervenção. Os observadores prospetaram o solo ou a vegetação rasteira, num raio de 5 m em redor de cada apoio. Durante as deslocações entre apoios, efetuou-se o percurso a cerca de 10 m do eixo central da linha, quando o relevo e a vegetação o permitiram. Para confirmar a morte por eletrocussão ou colisão foram realizadas as necropsias dos cadáveres detetados no Centro de Estudos e Recuperação de Animais Selvagens (CERAS) de Castelo Branco por um veterinário.

A Taxa de Mortalidade Observada (TMO) foi expressa em número de aves mortas por unidade de distância e por unidade de tempo. Desta forma, foi calculada para a eletrocussão o nº aves / apoio / ano e para colisão o nº aves / km / ano. No entanto os números totais finais foram estimados considerando a morte de uma percentagem de aves que cruza ou pousa na linha, tendo em conta os valores de mortalidade real usando fatores de correção. A Taxa de Mortalidade Real (TMR) foi obtida a partir da Taxa de Mortalidade Observada (TMO), corrigindo-se de acordo com os quatro fatores que introduzem enviesamento nos estudos de linhas elétricas, baseados na recolha de aves mortas. O primeiro fator descreve a percentagem de aves que Morre na Área Prospectada (MAP), o segundo refere a percentagem do Troço Prospectado Eficazmente (TPE), o terceiro dá conta das aves mortas Removidas Por Necrófagos (RPN) e o último refere a percentagem de aves que Não é Encontrada pelos Observadores (NEO).

O valor da taxa de mortalidade real (TMR) foi calculado através da fórmula:

$$TMR = TMO \times 1/TPE \times MAP \times (1-NEO) \times (1-RPN)$$



Amostragens de mortalidade de aves por colisão e eletrocussão.

Principais resultados

Foram registados um total de 110 aves mortas, das quais 85 foram admitidas para análise dos dados e 25 foram inconclusivos quanto à mortalidade por colisão ou eletrocussão após a necropsia. Foram identificadas 20 espécies diferentes de aves mortas por ambos os impactes durante a monitorização (Figura 1).

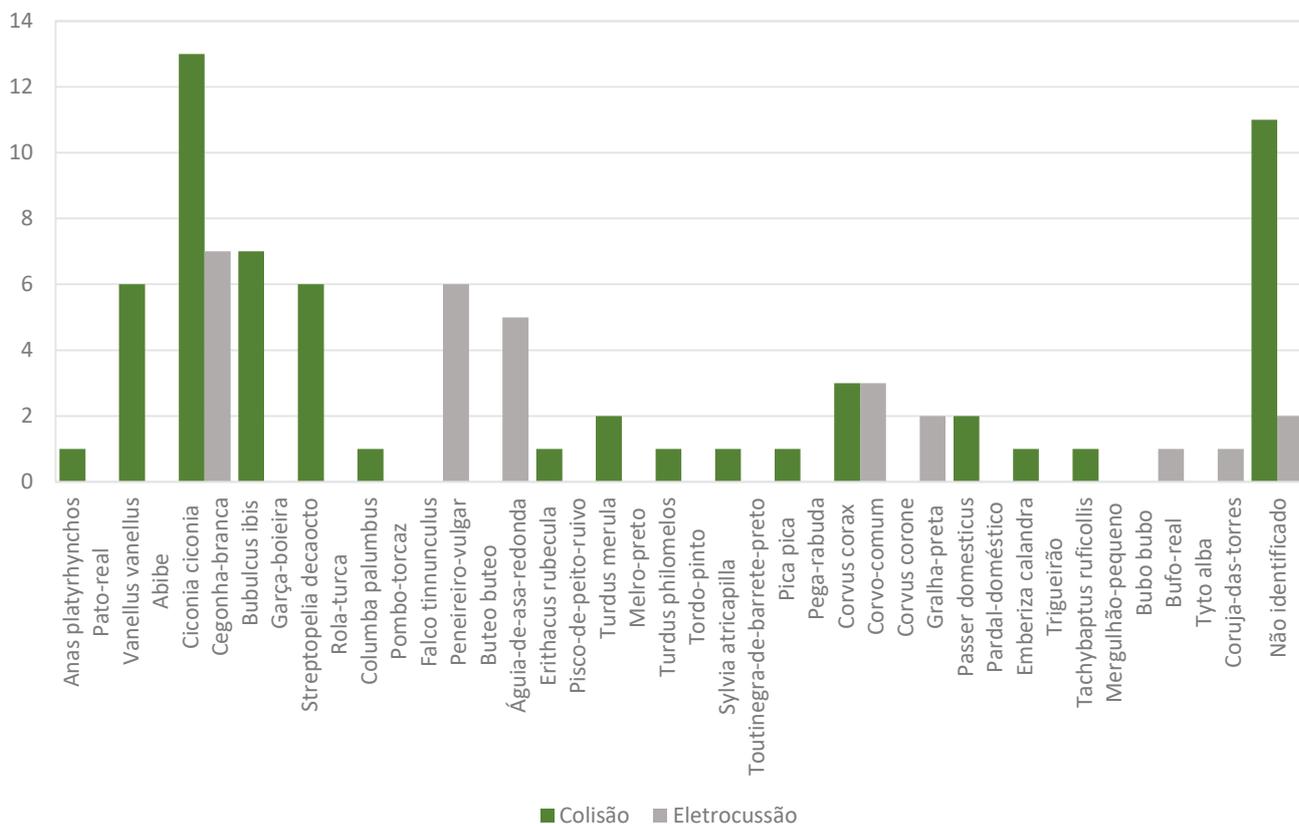


Figura 1 - Espécies de aves mortas por colisão ou eletrocussão durante a monitorização e respetiva frequência absoluta.

ELETROCUSSÃO

Os resultados mostram uma redução de 100% na mortalidade por eletrocussão, após a instalação da Eco Esteira Horizontal. A Taxa de Mortalidade Observada na seção intervencionada foi reduzida de 0,14 aves / apoio / ano para zero, enquanto que a seção de controlo teve uma Taxa semelhante no ano anterior e no ano seguinte à intervenção, 0,14 aves / apoio / ano e 0,12 aves / apoio / ano, respetivamente (Figura 2 e Tabela 2).

Eletrocussão - TMO

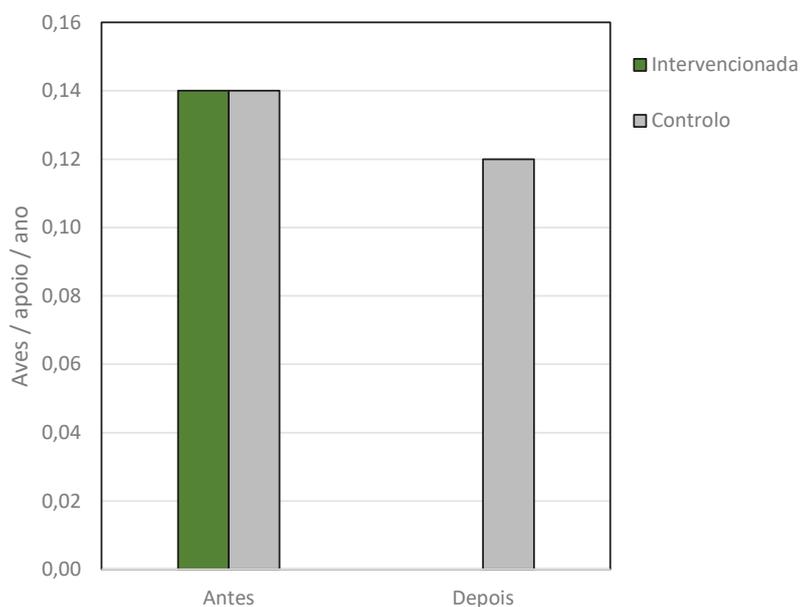


Figura 2 - Taxa de mortalidade observada por eletrocussão em áreas intervencionadas e controlo, antes e após a instalação da Eco Esteira.

Tabela 2 – Taxa de mortalidade observada (TMO) e Taxa de mortalidade real (TMR) para as linhas intervencionadas e de controlo, antes e após a instalação da Eco Esteira Horizontal para a electrocussão de aves.

Eletrocussão					
Linha intervencionada			Linha de controlo		
	pré-instalação	pós-instalação		pré-instalação	pós-instalação
TMO(aves/km/ano)	0.14	0.00	TMO(aves/km/ano)	0.14	0.12
TMR(aves/km/ano)	0.33	0.00	TMR(aves/km/ano)	0.33	0.28

COLISÃO

No que diz respeito à mortalidade resultante da colisão, a Taxa de Mortalidade Observada foi reduzida de 2 aves / km / ano para 1,67 aves / km / ano na seção intervencionada (Figura 3). No entanto, essa diferença não foi significativa (teste t: $P = 0,7 > 0,05$) (Tabela 3). A Taxa de Mortalidade Observada na seção de controlo também mostrou uma diminuição de 1,44 para 0,89 aves / km / ano (teste t: $P = 0,4 > 0,05$). Neste caso, apesar da redução de mortalidade após instalação da Eco Esteira, os resultados são inconclusivos, uma vez que não se registaram diferenças significativas entre tratamentos (teste t: $P = 0,4 > 0,05$), pese embora que a diminuição de mortalidade na área controlo possa estar relacionada com alterações nos usos do solo praticadas no decorrer dos trabalhos de monitorização.

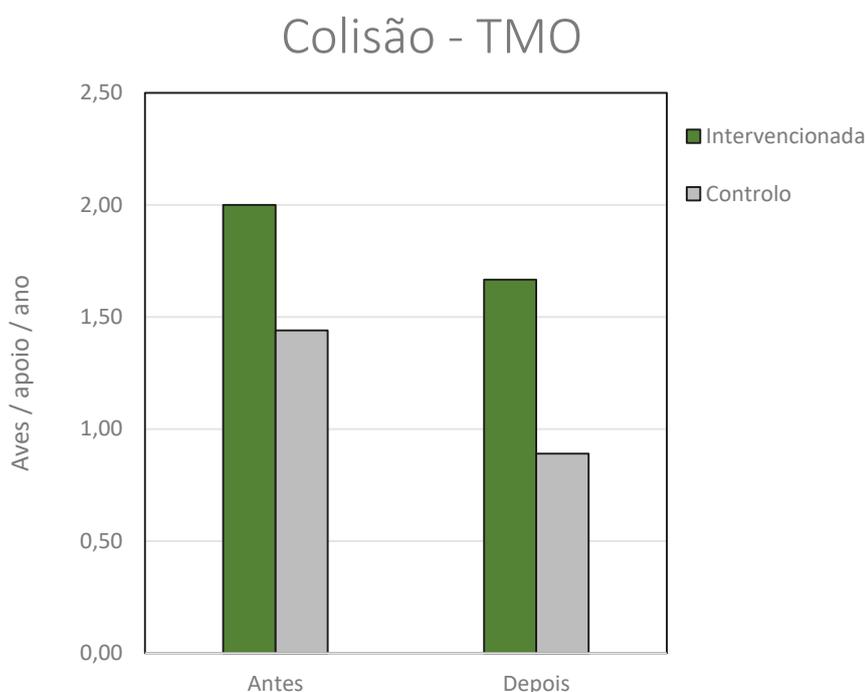


Figura 3 - Taxa de mortalidade observada (TMO) por colisão em áreas intervencionadas e controlo, antes e após a instalação da Eco Esteira.

Tabela 3 – Taxa de Mortalidade Observada (TMO) e Taxa de Mortalidade Real (TMR) para as linhas intervencionadas e de controlo, antes e após a instalação da Eco Esteira Horizontal para a colisão de aves.

Colisão					
Linha intervencionada			Linha de controlo		
	pré-instalação	pós-instalação		pré-instalação	pós-instalação
TMO(aves/km/ano)	2.00	1.67	TMO(aves/km/ano)	1.44	0.89
TMR(aves/km/ano)	13.05	10.22	TMR(aves/km/ano)	8.22	6.05

Custo-benefício

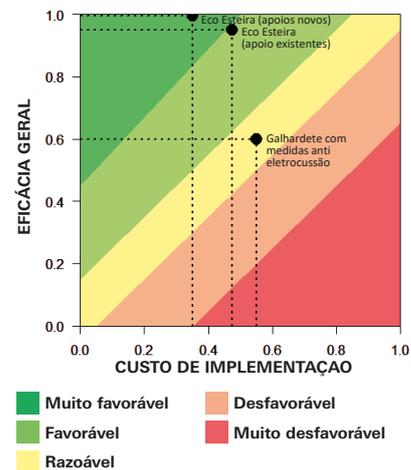
A avaliação custo-benefício de cada uma das soluções foi ponderada tendo em consideração os seguintes parâmetros:

- **Dificuldade de implementação** relativamente aos recursos humanos e logísticos necessários. Avaliação varia entre 1 (a intervenção é localizada e não exige recursos humanos qualificados) e 5 (a solução requer elaboração de projeto, recursos humanos qualificados e/ou maquinaria pesada).
- **Custos de manutenção** associados pós-intervenção. Avaliação varia entre 1 (requer manutenção pouco frequente e não especializada) e 5 (requer manutenção especializada e/ou frequente).
- **Necessidade de Reabilitação** da solução, determinada pelo período em que esta se mantém funcional. Avaliação varia entre 1 (solução duradoura e funcional a longo-prazo, com reduzida necessidade de reparação) e 5 (solução pouco duradoura, que requer reparações muito frequentes).
- **Custo geral** da implementação, incluindo necessidade de elaboração prévia de projeto e atividades de manutenção. Avaliação varia entre 1 (custos relativamente baixos) e 5 (custos elevados)
- **Eficácia na mitigação** de impactes sobre a fauna. Avaliação varia entre 1 (medida pouco eficaz, com baixo impacte na mitigação de mortalidade ou promoção de movimentos de fauna) e 5 (medida com impactes diretos, a curto-prazo, na redução da mortalidade ou promoção de movimentos de fauna).
- **Custo-benefício** geral da solução, análise ponderada dos parâmetros anteriores. Avaliação varia entre muito desfavorável (solução com elevados níveis de exigência técnica e/ou financeira e com baixo retorno em termos de eficácia), desfavorável, razoável, favorável e muito favorável (solução com reduzidos níveis de exigência técnica e/ou financeira com resultados eficazes).

AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO:

Intervenção	Grupo fauna	Dificuldade de implementação	Custos de manutenção	Necessidade de Reabilitação	Custo geral	Eficácia	Custo-Benefício
Eco Esteira Apoios novos	Aves	●●●●●○	●○○○○○	●○○○○○	●○○○○○	●●●●●●	Muito favorável
Eco Esteira Apoios existentes	Aves	●●●●●●	●○○○○○	●○○○○○	●●●○○○	●●●●●●	Favorável
Galhardete com medidas anti electrocussão	Aves	●●●●●○	●●○○○○	●●○○○○	●●●○○○	●●●○○○	Razoável

CUSTO-BENEFÍCIO:



Esta solução construtiva inovadora, a Eco Esteira Horizontal, demonstrou ter um ótimo custo-benefício, uma vez que apesar dos custos poderem ser elevados no caso da adaptação de apoios antigos, a sua eficácia em reduzir a mortalidade de aves está comprovada. Na prática a nível de custos não difere das outras estruturas, como por exemplo em galhardete, e tem uma eficácia maior, sendo que na construção de novas linhas não implica custos extra. A Eco Esteira Horizontal é uma solução duradora comparativamente às outras soluções com dispositivos anti electrocussão, uma vez os seus custos de manutenção são reduzidos / nulos. No caso da tipologia em galhardete de forma a reduzir a mortalidade de aves é necessário implementar medidas anti colisão e anti electrocussão cujos materiais se desgastam com maior frequência, sendo necessário substituí-los a cada 10 anos, aumentando os custos de manutenção e reabilitação em comparação com a Eco Esteira Horizontal. A ECO HAL2S encontra-se homologada para poder ser utilizada em zonas com a presença de aves selvagens, Rede Natura 2000, Áreas Protegidas ou mesmo em todo o território nacional.

GLOSSÁRIO TÉCNICO

BACI – Desenho experimental que compara antes e após as intervenções quer nas zonas intervencionadas quer no controlo (Before-After-Control-Impact).

BFD – Bird flight diverter ou espirais anti colisão - Dispositivo anti colisão para aves implementados com o objetivo de aumentar a visibilidade dos cabos, podendo reduzir o risco de colisão.

ECO-HAL A2S, Eco Esteira Horizontal – Armação em esteira horizontal para postes de betão em alinhamento.

Fire flies – Dispositivo anti colisão para aves tipo fitas ou rotativo, por exemplo, implementados com o objetivo de aumentar a visibilidade dos cabos, podendo reduzir o risco de colisão.

GAL – Armação com disposição em galhardete para suspensão dos condutores em poste de alinhamento.

GAN – Armação com disposição em galhardete para amarração dos condutores em poste de ângulo (ou alinhamento).

HDR – Armação em esteira horizontal para derivação.

IBBA – Área importante para as aves.

MAP - Percentagem de aves que Morre na Área Prospetada.

NEO - Percentagem de aves que Não é Encontrada pelos Observadores.

PT com seccionador vertical - Posto de Transformação.

RPN – Percentagem aves mortas Removidas Por Necrófagos.

TAL – Armação com disposição em triângulo para amarração dos condutores em poste de alinhamento.

TMO – Taxa de Mortalidade Observada.

TMR – Taxa de Mortalidade Real.

TPE - Percentagem do Troço Prospetada Eficazmente.

ZPE – Zona de proteção especial para aves da Rede Natura 2000.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- [1] Beaulaurier D.L. (1981). Mitigation of bird collision with transmission lines. Bonneville Power Administration. U.S. Depart. of Energy.
- [2] Janss G. F. & Ferrer M. (1998). Rate of collision with power lines: conductor marking and ground wire-marking. *Journal of Field Ornithology* 69: 8-17.
- [3] Loss S.R.; Will T. & Marra P.P. (2014). Refining Estimates of Bird Collision and Electrocutation Mortality at Power Lines in the United States. *PLoS One*, 7: e101565.
- [4] Infante S., Neves J., Ministro, J. & Brandão, R. (2005). Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal. Castelo Branco.
- [5] Marques A.T., Moreira F., Alcazar R. et al (2020). Changes in grassland management and linear infrastructures associated to the decline of an endangered bird population. *Sci Rep* 10, 15150. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72154-9>
- [6] Ferrer M., De La Riva M. & Castroviejo J. (1984). Impacto de la electrocucion en lineas aéreas sobre las poblaciones de rapaces de Donana.
- [7] Mañosa S. & Real J. (2001). Potencial negative effects of collisions with transmisión lines on a Bonelli's Eagle population. *Journal Raptor Reserch*, 35: 247 – 252.
- [8] Bevenger K. (1999). Estimacion de mortalidad de aves por colision y electrocución em lineas eléctricas: una revision de la metodologia, in Ferrer M. & Janss G. (eds.) *Aves y Lineas Eléctricas. Colisión, Electrocutación y Nidificación*. Quercus.
- [9] Bevanger K. (1994). Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigation measures. *Íbis*, 136: 412-425.
- [10] Scott R., Roberts L. & Cadbury C. (1972). Bird deaths from power lines at Dungeness. *British Birds*, 65: 273 – 286.
- [11] Rensen T.A., De Bruin A., Van Doorn J.H., Gerritsen A., Greven N.G. & Smit C.J. (1975). Vogelsterft in Nederland tengevolge van aanvaringen met hoogspannings-lijnen. *Rijkinstituut voor Natuurbehee*, Arnhem: 1-64.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Alonso J.A. & Alonso J.C. (1999). Colision de aves con lineas de transporte de enregia electrica en Espana. In Ferrer M. G. Janss (Coords.) *Aves y Lineas Eléctricas. Colosion, electocucion, y nidificacion*. Quercus.
- AA.VV.; Guia Metodológico para a Avaliação de Impacte Ambiental de Infra-estruturas da Rede Nacional de Transporte de Electricidade; APAI – Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes; APA e RENSA.
- Cabral M.J. (coord.), Almeida J., Almeida P.R., Dellinger T., Ferrand de Almeida N., Oliveira M.E., Palmeirim J.M., Queiroz A.I., Rogado L. & Santos-Reis M. (eds.) (2005). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. 2ª ed. Instituto da Conservação da Natureza/ Assírio & Alvim. Lisboa.
- Neves J., Infante S. & Ministro J. (2005). Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Muito Alta Tensão na Avifauna em Portugal. SPEA Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves e Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza, Castelo Branco.



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:



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

Beneficiários associados:



Câmara Municipal
de Évora



MONTEHOR | O | NOVO câmara municipal



Colaboradores:

