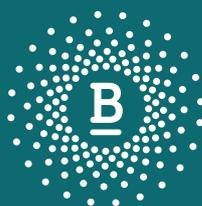


**B**

**MANUAL  
PARA A MONITORIZAÇÃO  
DE IMPACTES DE LINHAS  
DE MUITO ALTA TENSÃO  
SOBRE A AVIFAUNA  
E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA  
DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO**

CIBIO – Centro de Investigação  
em Biodiversidade e Recursos Genéticos

Novembro | 2020



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE





## PREFÁCIO

Durante 5 anos (2015-2020) a REN – Rede Eléctrica Nacional, S.A. e a FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia financiaram a “Cátedra REN em Biodiversidade” (<https://www.catedraren-pt.com/>) um programa de investigação científica e de transferência de conhecimentos, desenvolvido pelo CIBIO - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto, na área temática dos impactes das linhas eléctricas na biodiversidade. Neste contexto, foi reunida uma equipa de investigadores que analisou os impactes das Linhas de Muito Alta Tensão (LMAT) sobre a avifauna, a avaliação da eficácia de medidas de minimização e compensação dos impactes, bem como a identificação das práticas de gestão que maximizem impactes positivos para a biodiversidade.

Em 2016, a equipa da Cátedra REN iniciou um processo colaborativo com vista à atualização das práticas de monitorização de impactes de LMAT sobre a avifauna, bem como da avaliação da eficácia de medidas de mitigação. Este processo teve três parceiros principais - CIBIO, REN e ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e Florestas) - e resultou na produção de um guia metodológico para monitorização de impactes de LMAT sobre a avifauna e para avaliação da eficácia das respetivas medidas de mitigação. Este manual integra a informação científica mais recente compilada e desenvolvida pela Cátedra assim como o restante conhecimento científico disponível nesta matéria.

Este guia teve como ponto de partida o “Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica - componente avifauna”, documento orientador do ICNF que inclui as recomendações já existentes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) enquanto autoridade de Avaliação de Impacte Ambiental, e a sua estrutura foi inspirada nele. O presente “Manual para a Monitorização de Impactes de Linhas de Muito Alta Tensão sobre a Avifauna e Avaliação da Eficácia das Medidas de Mitigação”, atualiza os conteúdos respeitantes às linhas de transporte, tendo como destinatários principais todas as entidades envolvidas na fase de Pós-avaliação dos projetos sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental ou Avaliação de Incidências Ambientais, e em particular os consultores ambientais.

Os conteúdos deste Manual foram validados pelo ICNF e REN, através das respetivas equipas técnicas que participaram neste projeto. Estamos certos que este esforço colaborativo contribuirá para a melhoria das práticas de monitorização de impactes de linhas eléctricas sobre a biodiversidade em Portugal.

Lisboa, 5 de novembro de 2020

Francisco Moreira  
Investigador Coordenador da Cátedra REN  
em Biodiversidade



## FICHA TÉCNICA

---

### EQUIPA TÉCNICA (CIBIO)

Francisco Moreira (coordenação)

Ricardo Martins

Joana Bernardino

João Paulo Silva

Ana Teresa Marques

### CONTRIBUIÇÕES / VALIDAÇÃO

Júlia Almeida - ICNF

João Carlos Claro - ICNF

João Pargana - ICNF

António Monteiro - ICNF

Carlos Pedro Santos - ICNF

Carlos Carrapato - ICNF

Miguel Hall - REN

Pedro Fernandes - REN

Francisco Parada - REN

### CITAÇÃO RECOMENDADA

CIBIO (2020). *Manual para a monitorização de impactes de linhas de muito alta tensão sobre a avifauna e avaliação da eficácia das medidas de mitigação*. Cátedra REN em Biodiversidade. Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto. Vairão.

# AGRADECIMENTOS

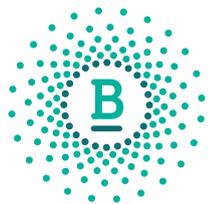
---

Uma versão preliminar do presente documento foi apresentada e discutida num workshop realizado a 28 de novembro de 2019, em Sacavém, no qual participaram as seguintes entidades:

- Agripro - Ambiente Consultores, S.A.
- Bioinsight - Ambiente e Biodiversidade, Lda.
- Biota - Estudos e Divulgação em Ambiente, Lda.
- Liga para a Proteção da Natureza
- Mãe d'Água, Lda.
- Matos, Fonseca e Associados, Lda.
- SINERGIAE, Lda.
- Sobral & Monteiro Consulting
- Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves
- STRIX, Lda.

Receberam-se ainda contributos escritos da Bioinsight - Ambiente e Biodiversidade, Lda. (Miguel Mascarenhas, Paulo Cardoso, João Paula, Helena Coelho e Joana Santos) e Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (Julieta Costa e Rui Machado).

A equipa técnica agradece a todos pela análise crítica e sugestões, as quais foram tidas em conta na formulação do presente documento.



# ÍNDICE

---

<b>1   Introdução</b>	01
1.1 Enquadramento e objetivos	02
1.2 Relação com documentos normativos vigentes	03
1.3 Caracterização de LMAT e impactes associados	04
1.3.1 Estrutura das LMAT	04
1.3.2 Principais interações LMAT - Avifauna	05
<b>2   Critérios para a definição das medidas de mitigação a implementar</b>	09
2.1 Risco de colisão	10
2.1.1 Suscetibilidade das espécies	10
2.1.2 Identificação de áreas de maior sensibilidade	12
2.1.3 Definição das medidas de mitigação	14
2.2 Efeitos de exclusão e de barreira	17
2.2.1 Efeito de Exclusão	17
2.2.2 Efeito Barreira	19
<b>3   Programas de monitorização de impactes e avaliação das medidas de minimização</b>	21
3.1 Objetivos e design dos programas de monitorização	22
3.2 Monitorização da mortalidade	25
3.2.1 Prospecção de cadáveres de aves	25
3.2.2 Determinação dos fatores de correção	30
3.2.3 Estimativa da mortalidade de aves	34
3.3 Monitorização de efeitos de exclusão e de barreira	35
3.3.1 Efeito de Exclusão	35
3.3.2 Efeito Barreira	36
3.4 Monitorização da eficácia dos dispositivos anti-colisão	37
3.4.1 Prospecção de cadáveres de aves	38
3.4.2 Avaliação das taxas de atravessamento	39
3.4.3 Testes de remoção e detetabilidade de cadáveres	41
3.4.4 Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão	42
3.4.5 Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão	44

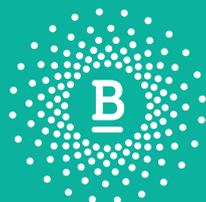
---

<b>4   Implementação e monitorização de medidas compensatórias</b>	47
4.1 Enquadramento na Diretiva Habitats (92/43/CEE)	48
4.2 Contextos de formulação das medidas compensatórias	49
4.3 Tipologias de medidas compensatórias	49
4.4 Critérios para o design / implementação do programa de medidas compensatórias	51
4.5 Monitorização da implementação e da eficácia das medidas compensatórias	51
<b>5   Orientações para a elaboração dos relatórios de monitorização</b>	57
<b>6   Referências</b>	63
<b>Anexos</b>	69
Anexo 1 Lista de Sítios Ramsar e outras zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas	70
Anexo 2 Principais abordagens experimentais para a monitorização de impactes de LMAT na avifauna	72
Anexo 3 Exemplos de delineamento dos trabalhos de prospeção de cadáveres	78
Anexo 4 Categorização das espécies avifaunísticas em relação ao porte	84
Anexo 5 Pressupostos e implicações para a aplicação dos estimadores de mortalidade	88
Anexo 6 Diretrizes para estudos desenhados especificamente para avaliar a eficácia de dispositivos anti-colisão	90



# 1.

## Introdução



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

As linhas aéreas de transporte de eletricidade são infraestruturas com reconhecido impacto sobre a avifauna, sobretudo devido a mortalidade por colisão com os cabos, estando identificadas globalmente como um relevante fator de ameaça para a conservação de diversas espécies.

Em Portugal, o licenciamento de Linhas elétricas de Muito Alta Tensão (LMAT;  $\geq 110$  kV) está enquadrado legalmente pelo Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro<sup>1</sup>, e pelo disposto no Artigo 10º do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril<sup>2</sup>, que definem os critérios mediante os quais este tipo de infraestrutura está sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) ou a Avaliação de Incidências Ambientais (AInCA), respetivamente. Os impactos previstos em fase de AIA/AInCA e a eficácia das medidas de mitigação propostas devem ser confirmados através da implementação de um programa de monitorização – fase de Pós-Avaliação.

A Cátedra REN em Biodiversidade constitui uma iniciativa de investigação e de transferência de conhecimento focada no tema das interações entre linhas de transporte de energia e a biodiversidade e resulta de um protocolo (2015-2020) entre a REN

(Rede Eléctrica Nacional, S.A.), FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e CIBIO (Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto). A Cátedra, coordenada pelo CIBIO, congrega uma equipa de investigadores que desenvolve diversificada atividade científica e de assessoria à REN, das quais se destacam a caracterização e compreensão dos impactos negativos das LMAT sobre a avifauna, a avaliação da eficácia de medidas de minimização e compensação dos impactos, bem como a identificação das práticas de gestão que maximizem impactos positivos para a biodiversidade.

Neste contexto, a equipa da Cátedra começou por caracterizar as práticas habitualmente usadas em contexto de AIA/AInCA em Portugal e recolher a informação científica relevante, por forma a atualizar as recomendações metodológicas dadas no contexto da monitorização de impactos de LMAT sobre a avifauna. Posteriormente, em colaboração com o ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas) e a REN, foi criado um grupo de trabalho CIBIO/ICNF/REN que, tendo como ponto de partida o “Manual de apoio à análise de projetos relativos

<sup>1</sup>Alterado pelo Decreto-Lei n.º 47/2014, de 24 de março, pelo Decreto-Lei n.º 179/2015, de 27 de agosto, pela Lei n.º 37/2017, de 2 de junho, e pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, que estabelece o Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental.

<sup>2</sup>Alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro e, posteriormente, pelo Decreto-Lei n.º 156-A/2013, de 8 de novembro, que transpõe para o direito interno as Diretivas Aves e Habitats.

à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica” (ICNF, 2019), teve como objetivo atualizar as recomendações referentes a LMAT, destinadas a todas as entidades envolvidas, em particular os consultores em Avaliação de Impacte Ambiental, que constituem os principais destinatários dessas orientações.

Desta forma, este documento pretende constituir um **guia metodológico para monitorização de**

**impactes de LMAT sobre a avifauna, em fase de Pós-avaliação, e para avaliação da eficácia das respetivas medidas de mitigação.** Apesar de focado na fase de Pós-avaliação, são incluídas algumas indicações que se aplicam à fase de AIA ou AIncA, mas sobretudo nos aspetos que têm implicações nas medidas de mitigação em fase de exploração e nas atividades posteriores de monitorização.

## 1.2 RELAÇÃO COM DOCUMENTOS NORMATIVOS VIGENTES

O presente Manual não pretende substituir as normas gerais existentes relativamente à avaliação de impactes de linhas elétricas sobre biodiversidade, explicitadas no “Guia Metodológico para a Avaliação de Impacte Ambiental das Infraestruturas da Rede Nacional de Transporte de Electricidade - Linhas Aéreas” (APA/REN, 2008), que continuará a ser o documento genérico de referência. O objetivo do presente documento é atualizar as recomendações em fase de Pós-avaliação, no contexto mais específico de impactes na avifauna e em LMAT ( $\geq 110$  kV), excluindo por isso: (a) as outras componentes do descritor “Ecologia”; (b) linhas de distribuição (média e alta tensão), bem como subestações.

Neste contexto, apresentam-se de seguida, de forma sistematizada, as componentes dos dois principais documentos normativos anteriores nesta temática que o presente Manual vem atualizar.

**“Guia Metodológico para a Avaliação de Impacte Ambiental das Infraestruturas da Rede Nacional de Transporte de Electricidade - Linhas Aéreas” (APA/REN, 2008)**

- Atualiza os procedimentos incluídos no Anexo LA 4 - Protocolo REN - ICNB;
- Atualiza, exclusivamente no que respeita à componente “Fauna - Aves”, os procedimentos incluídos no:
  - Anexo LA 14 - EIA em Fase de Estudo Prévio - Fatores e Critérios a ter em conta na Análise Comparativa de Alternativas;
  - Anexo LA 21 - EIA em Fase de Projeto de Execução - Programas de Monitorização.

**“Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica” (ICNF, 2019)**

- O presente documento abrange exclusivamente projetos de linhas elétricas de muito alta tensão (LMAT;  $\geq 110$  kV), pelo que o referido Manual do



ICNF continua a ser o documento de referência relativamente a linhas de distribuição elétrica (<110 kV);

- São revisitados e ajustados os critérios para a definição da suscetibilidade das espécies à mortalidade por colisão e revistos os critérios para a identificação das respetivas áreas de maior sensibilidade e medidas de minimização a implementar, sendo a componente referente à mortalidade por eletrocussão excluída do presente manual, por não ser um impacto relevante em LMAT;
- São incluídas orientações para a identificação das espécies de maior suscetibilidade relativamente a efeitos de exclusão e de barreira;
- São sugeridas alterações metodológicas à componente de monitorização de impactos e de

avaliação da eficácia de medidas de minimização, tendo-se incluído critérios e orientações metodológicas específicas para a monitorização de efeitos de exclusão e de barreira;

- É completada a componente referente à implementação e monitorização de medidas compensatórias.

Relativamente à definição das medidas de minimização dos impactos durante a fase de construção, as mesmas não são abrangidas pelo presente Manual, devendo continuar a ser seguidas as orientações gerais que constam no Anexo III – Listagem-base de medidas de minimização para a fase de obra – do “Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica” (ICNF, 2019).

## 1.3 CARACTERIZAÇÃO DE LMAT E IMPACTES ASSOCIADOS

### 1.3.1 ESTRUTURA DAS LMAT

As LMAT apresentam uma estrutura (e.g. dimensão de cabos, apoios e sua configuração) que está associada sobretudo ao nível de tensão da instalação, resultante das distâncias de segurança necessárias, mas também da tipologia de linha (circuito simples ou duplo). A REN utiliza três níveis de tensão – 150, 220 e 400 kV –, sendo que, na larga maioria dos casos, cada circuito é composto por três fases condutoras. Nos circuitos de 150 e 220 kV, cada fase contém, habitualmente, um único

cabo condutor (com 29 ou 32 mm de diâmetro), enquanto que nos circuitos de 400 kV cada fase é composta tipicamente por dois (por vezes três) cabos condutores (com 32 mm de diâmetro ou 29 mm na solução de 3 cabos por fase), separados por cable spacers (separadores) que os mantêm a uma distância da ordem dos 40 cm, entre si.

As LMAT possuem tipicamente dois cabos de guarda (também conhecidos como cabos de

terra), com 15-16 mm de diâmetro, os quais são instalados no topo dos apoios, a um nível superior ao dos cabos condutores. A função primordial dos cabos de guarda é de proteção da infraestrutura, e portanto da transmissão elétrica, ao minimizar a ocorrência de descargas atmosféricas nos cabos de fase, mas são atualmente também utilizados para a transmissão de dados, contendo fibras óticas no interior (normalmente apenas num dos dois cabos de guarda de cada linha).

Os apoios utilizados são tipicamente em aço, com uma estrutura treliçada (embora excepcionalmente se usem também apoios tubulares), resumindo-se, na Tabela 1, as características dos tipos de apoio mais frequentemente utilizados atualmente, ou seja, as famílias MT/MTG, CW, DL e Q/Y, e ainda a família YD, que embora seja menos utilizada, foi incluída por também constituir uma medida de minimização da colisão de aves, por reduzir o número de planos com cabos.

**TABELA 1** Características dos tipos de apoio mais utilizados atualmente em LMAT. CG – Cabos de Guarda; CC – Cabos Condutores.

Tipo de apoio	Tipo de circuito	Tensão (kV)	Configuração (das fases)	Nº Planos colisão (distância entre CG e CC inferiores)	Altura <sup>2</sup> (m)	Largura (m)
MT/MTG	Simplex	150-220	Esteira horizontal	2 (6-7 m)	23	13 - 14
CW	Duplo	150-220	Esteira vertical	4 (19-20 m)	39	12
DL	Duplo	400 <sup>1</sup>	Esteira vertical	4 (22-25 m)	39	13 - 17
Q/Y	Simplex	400 <sup>1</sup>	Esteira horizontal	2 (7-8 m)	25	20 - 24
YD	Duplo	150-220	Esteira horizontal	2 (8-9 m)	27	30

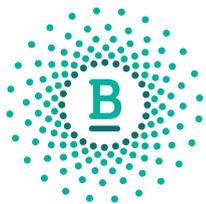
<sup>1</sup> Em situações muito pontuais, as famílias DL e Q/Y também poderão ser utilizadas nos níveis de tensão inferiores (150 e 220 kV).

<sup>2</sup> Altura total do apoio mais baixo de cada tipologia.

### 1.3.2 PRINCIPAIS INTERAÇÕES LMAT - AVIFAUNA

A Tabela 2 resume as principais interações entre aves e linhas elétricas durante a fase de exploração do projeto, apresentando-se a respetiva definição usada para este documento e uma indicação, de forma genérica, dos grupos de aves nos quais incidem as diferentes interações, no contexto das LMAT. As interações são apresentadas como negativas ou

positivas para as aves, e dentro das negativas são separadas entre “letais” e “não letais”, no sentido de, tipicamente, causarem ou não mortalidade dos indivíduos. Embora apresentada como interação “positiva”, por trazer algum tipo de benefício para as aves, a utilização da estrutura (apoios ou cabos) para poiso ou nidificação pode também acarretar aspetos



negativos, relacionados com o risco de colisão (por promover voos próximo dos cabos) ou mesmo de eletrocussão (problemática que nas LMAT nacionais está praticamente confinada à nidificação da cegonha-branca *Ciconia ciconia* e ocorrerá de forma

muito residual). De forma equivalente, as alterações de habitat provocadas com a abertura de uma faixa de servidão, por exemplo numa zona florestal, podem ter efeitos positivos para algumas espécies de aves associadas a habitats mais abertos.

**TABELA 2** Resumo dos principais tipos de interação entre aves e linhas elétricas, sua caracterização, definição, contextualização em LMAT (especialmente com  $\geq 150$  kV) e grupos/espécies de aves mais afetadas<sup>1</sup>.

Tipo de impacte		Definição/ Descrição	Contexto LMAT e grupos mais afetados <sup>1</sup>
Negativo	Letal <sup>2</sup>	Colisão	Colisão de aves em voo com os cabos aéreos, causando traumatismos corporais indutores de mortalidade.
		Eletrocussão	Curto-circuito causado quando o corpo da ave faz ponte entre um elemento em tensão (cabos condutores) e terra (tipicamente um apoio) ou entre dois elementos em tensão.
	Não-letal <sup>2</sup>	Alteração de habitat <sup>3</sup>	Resultante das ações de construção da uma linha, nomeadamente o abate de árvores e limpeza de vegetação em povoamentos florestais para implantação dos apoios e abertura de faixas de servidão / manutenção de distâncias de segurança. Pode resultar em perda ou criação de habitats, dependendo das características ecológicas das espécies.

<sup>1</sup> Ver Capítulos 2.1.1, 2.2.1 e 2.2.2 sobre a suscetibilidade de diferentes espécies relativamente a diferentes tipos de impactes de LMAT.

<sup>2</sup> "Letal" ou "Não-letal" no sentido de causar, ou não (respetivamente), mortalidade direta nos indivíduos.

<sup>3</sup> Embora aqui classificadas como impactes negativos, as alterações de habitat provocadas pela abertura de uma faixa de servidão (tipicamente em zonas florestais) podem ter efeitos positivos para algumas espécies de aves, associadas a habitats mais abertos.

**TABELA 2 (CONT.)** Resumo dos principais tipos de interação entre aves e linhas elétricas, sua caracterização, definição, contextualização em LMAT (especialmente com  $\geq 150$  kV) e grupos/espécies de aves mais afetadas<sup>1</sup>.

Tipo de impacto		Definição/ Descrição	Contexto LMAT e grupos mais afetados <sup>1</sup>	
Negativo	Não-letal <sup>2</sup>	Exclusão	Redução da abundância de uma espécie ou da intensidade de utilização do espaço (para alimentação, nidificação ou refúgio/dormitório) na proximidade da estrutura, devido à sua presença, para qualquer tipo de uso do habitat. Pode também designar-se de efeito de evitamento, afastamento ou perturbação. Embora seja independente da ocorrência de alterações do habitat (para construção de uma linha), a exclusão pode resultar também de uma perda de habitat, ou na redução da sua qualidade.	É um efeito pouco estudado comparativamente com a colisão (ou eletrocussão), mas tenderá a ocorrer em espécies mais sensíveis à presença de atividade humana ou de estruturas antropogénicas. Em Portugal, este tipo de efeito (por LMAT) foi documentado para o sisão ( <i>Tetrax tetrax</i> ; Silva <i>et al.</i> , 2010). Está também descrito (noutros países) como efeito secundário do uso da estrutura (apoios) por predadores (rapinas) para poiso de caça, resultando no afastamento de outras espécies.
		Barreira	Alterações nos movimentos habituais das aves, devido à presença da linha, que se traduzam numa redução da conectividade entre áreas separadas pela linha. Pode ocorrer a uma escala espacial mais alargada que o efeito de exclusão. [O aumento da altura de voo no atravessamento não é tratado, neste manual, como efeito barreira.]	Embora as linhas nunca constituam uma barreira total para aves voadoras, o efeito barreira é plausível de acontecer em espécies sensíveis à presença da estrutura e com baixa agilidade de voo (Raab <i>et al.</i> , 2011), podendo ser relevante nas situações em que, adicionalmente, as aves façam movimentos regulares de atravessamento da linha (e.g. entre locais de alimentação e de refúgio/dormitório).
Positivo <sup>3</sup>		Poiso	Utilização dos cabos ou (mais tipicamente) dos apoios para poiso, seja para caça, defesa de território (e.g. canto) ou descanso/dormitório.	Aves de rapina diurnas e outras espécies predadoras (e.g. picanços <i>Lanius</i> sp., rolieiros <i>Coracias garrulus</i> ) usam frequentemente os apoios (ou cabos) de LMAT como poiso de caça. Espécies como gralhas ( <i>Corvus corone</i> ), corvos ( <i>Corvus corax</i> ) e outros passeriformes de menor tamanho, poisam também com frequência na estrutura. A cegonha-branca ( <i>Ciconia ciconia</i> ) pode usar os apoios como dormitórios.
		Nidificação	Utilização da estrutura dos apoios como suporte para construção de ninhos. Em LMAT, devido à dimensão dos apoios, esta utilização pode ser compatível com a transmissão elétrica, mas implica uma gestão da rede pelo operador, no sentido de evitar a construção de ninhos em locais perigosos dos apoios (e.g. por cima dos condutores) e promovê-la em locais seguros, e.g. através da colocação de plataformas, como acontece em Portugal.	Em Portugal, a cegonha-branca é largamente a espécie que mais utiliza os apoios de LMAT para nidificar (com ~20% da população nacional a nidificar neste tipo de estrutura), embora haja ninhos de outras espécies, como o corvo. O interior dos ninhos de cegonha é frequentemente aproveitado, para nidificação, por espécies de menor tamanho, sobretudo passeriformes. Noutros países, o uso de apoios de LMAT para nidificação está também documentado para diversas espécies de aves de rapina de médio-grande porte, situação que já foi detetada em Portugal para a águia-perdigueira ( <i>Aquila fasciata</i> ).

<sup>1</sup> Ver Capítulos 2.1.1, 2.2.1 e 2.2.2 sobre a suscetibilidade de diferentes espécies relativamente a diferentes tipos de impactes de LMAT.

<sup>2</sup> "Letal" ou "Não-letal" no sentido de causar, ou não (respetivamente), mortalidade direta nos indivíduos.

<sup>3</sup> Causador de algum tipo de benefício para as aves, apesar dos mesmos efeitos poderem ter também associados riscos que constituem impactes negativos, como a eletrocussão ou a colisão.



# 2.

## Critérios para a definição das medidas de mitigação a implementar



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



## 2. CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO A IMPLEMENTAR

No presente documento, a Mitigação é entendida como um conjunto de medidas de gestão ambiental, a implementar sequencialmente, destinadas a Evitar, Minimizar e (se necessário) Compensar os impactos negativos na avifauna previstos no âmbito da instalação de novos projetos de transmissão elétrica. Sucintamente, estas referidas etapas consistem em:

**Evitamento:** Evitar impactos através de decisões na fase de planeamento do projeto, como por exemplo a comparação de traçados alternativos e seleção do que acarretar menor impacto;

**Minimização:** Reduzir a intensidade, duração ou extensão de impactos não totalmente evitáveis, através de um conjunto de medidas, aplicadas às diferentes fases de um projeto, como por exemplo a redução da perturbação, devido às obras de construção, através da sua limitação temporal e a diminuição da mortalidade por colisão com os cabos através da seleção de tipologias de apoios específicas que reduzam o efeito barreira

e da utilização de dispositivos de sinalização que aumentem a visibilidade dos cabos;

**Compensação:** Criação de ganhos para a biodiversidade (tipicamente numa área não afetada pela infraestrutura) de forma a compensar os impactos negativos que subsistam mesmo com a implementação dos passos anteriores de evitamento e minimização, como por exemplo a promoção de condições ecológicas que contribuam para aumentar a sobrevivência de uma espécie que sofra impactos, por colisão, não suficientemente minimizáveis.

Nos pontos seguintes deste capítulo é abordada a suscetibilidade das espécies a impactos causados por LMAT, bem como a prioritização de áreas consoante a sua sensibilidade (no caso do risco de colisão), conteúdos essenciais aos primeiros dois passos acima mencionados, sendo depois apresentadas as medidas concretas de evitamento e minimização de impactos em função dos critérios definidos. As medidas de compensação são abordadas no Capítulo 4.

### 2.1 RISCO DE COLISÃO

#### 2.1.1 SUSCETIBILIDADE DAS ESPÉCIES

A colisão de aves com linhas elétricas (de todo o tipo) constitui um dos principais fatores de mortalidade não natural neste grupo de vertebrados (Bernardino

*et al.*, 2018). Para o sisão (*Tetrax tetrax*), por exemplo, estima-se que cerca de 3,6% da população ibérica seja afetada anualmente pela problemática da colisão

com linhas aéreas de transporte e distribuição de energia (Marcelino *et al.*, 2018). A suscetibilidade das aves para a colisão com linhas aéreas varia entre espécies, dependendo principalmente de fatores como a sua biometria, o comportamento e a acuidade visual. Adicionalmente, a ocorrência de acidentes de colisão é também afetada por fatores ambientais, como a existência, na proximidade da linha, de habitats favoráveis à ocorrência de determinadas espécies, em especial quando em grandes concentrações, ou a topografia do terreno e

ainda fatores meteorológicos, como a ocorrência de nevoeiros frequentes.

A suscetibilidade de diferentes grupos (taxonómicos) de aves à colisão foi classificada pela BirdLife International (2003), baseada no nível (reportado) de mortalidade por colisão com linhas elétricas e o potencial de provocar impactes populacionais às espécies em causa (Tabela 3). A classificação apresentada nesta tabela servirá de referência para este documento.

**TABELA 3** Classificação do nível de suscetibilidade de diferentes grupos de aves a sofrerem impactes (populacionais) devido a mortalidade por colisão com linhas elétricas, segundo Birdlife International (2003): I - mortalidade reportada mas sem aparente ameaça para as populações; II - mortalidade elevada localmente ou regionalmente, mas sem impactes significativos para as populações; III - nível de mortalidade é um fator principal, ameaçando as espécies de extinção, regionalmente ou a escala mais ampla.

Grupo de aves	Taxa (família ou ordem)	Classificação
Mobelhas e mergulhões	Gaviidae e Podicipedidae	II
Pardelas e freiras	Procellariidae	I - II
Alcatrazes	Sulidae	I - II
Pelicanos	Pelicanidae	II - III
Corvos-marinhos	Phalacrocoracidae	II
Garças	Ardeidae	II
Cegonhas	Ciconidae	III
Íbis	Threskiornithidae	II
Flamingos	Phoenicopteridae	II
Patos, gansos, cisnes e mergansos	Anatidae	II
Aves de rapina diurnas	Accipitriformes e Falconiformes	I - II
Perdizes, codornizes e lagopos	Galliformes	II - III
Frangos d'água, caimões e galeirões	Rallidae	II - III
Grous	Gruidae	II - III
Abetardas e sisões	Otididae	III
Aves costeiras / limícolas	Charadriidae e Scolopacidae	II - III
Moleiros e gaivotas	Stercorariidae e Laridae	II



**TABELA 3 (CONT.)** Classificação do nível de suscetibilidade de diferentes grupos de aves a sofrerem impactes (populacionais) devido a mortalidade por colisão com linhas elétricas, segundo Birdlife International (2003): I - mortalidade reportada mas sem aparente ameaça para as populações; II - mortalidade elevada localmente ou regionalmente, mas sem impactes significativos para as populações; III - nível de mortalidade é um fator principal, ameaçando as espécies de extinção, regionalmente ou a escala mais ampla.

Grupo de aves	Taxa (família ou ordem)	Classificação
Gaivinas e garajaus	Sternidae	II
Airos e tordas	Alcidae	I
Cortiçóis	Pteroclididae	II
Pombos e rolas	Columbidae	II
Cucos	Cuculidae	II
Mochos e corujas	Strigiformes	II - III
Noitibós e andorinhões	Caprimulgidae e Apodidae	II
Poupa e guarda-rios	Upudidae e Alcedinidae	II
Abelharucos	Meropidae	II
Rolieiros, papagaios e periquitos	Coraciidae e Psittacidae	II
Pica-paus	Picidae	II
Corvos, gralhas e gaios	Corvidae	I - II
Aves canoras de pequeno/médio tamanho	Passeriformes	II

## 2.1.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE MAIOR SENSIBILIDADE

Tal como no “Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica” (ICNE, 2019), no presente documento foram considerados três níveis de sensibilidade (para a avifauna) das áreas potencialmente atravessadas por linhas elétricas de transmissão: Área Muito Crítica, Área Crítica e Área Sensível (Tabela 4).

Os critérios gerais para definição de uma área quanto à sua sensibilidade baseiam-se sobretudo (1) na sua importância para espécies com estatuto de ameaça elevado<sup>1</sup> (“Críticamente em Perigo”, “Em Perigo” e

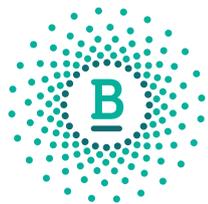
“Vulnerável”); e (2) no risco de colisão associado às espécies que ocorrem nessas áreas. Adicionalmente, são ainda considerados aspetos da sua ecologia e comportamento que influenciam o grau de exposição à colisão (e.g. existência de concentrações de indivíduos em determinados locais e/ou de movimentos regulares entre diferentes áreas vitais).

As áreas que estejam abrangidas simultaneamente por critérios de mais do que um nível de sensibilidade (de acordo com a Tabela 4), devem ser tratadas como tendo o nível mais elevado de sensibilidade.

<sup>1</sup> Estatuto de ameaça de acordo com “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal” (Cabral et al., 2005).

**TABELA 4** Critérios para a classificação da sensibilidade de áreas quanto aos impactos por mortalidade (colisão) na avifauna potencialmente causados por LMAT ( $\geq 110$  kV).

Nível de Sensibilidade	Critérios
<p><b>Área Muito Crítica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de lek de abetarda (<i>Otis tarda</i>) e raio de 1 km em seu redor;</li> <li>• Áreas de lek de sisão (<i>Tetrax tetrax</i>);</li> <li>• Zonas prioritárias de reprodução, pós-reprodução e de invernada de sisão e de abetarda e corredores de dispersão mais importantes, caso exista esse conhecimento<sup>1</sup>;</li> <li>• Raio de 1 km em redor dos ninhos, de zonas de concentração pós-nupcial, dos principais locais de alimentação e de outras áreas prioritárias de cegonha-preta (<i>Ciconia nigra</i>), quando conhecidas com detalhe<sup>1</sup>;</li> <li>• Raio de 1 km em torno de dormitórios de grou (<i>Grus grus</i>) e faixa que inclua os corredores que estabelecem a ligação entre os seus dormitórios e áreas de alimentação<sup>1</sup>;</li> <li>• Sítios RAMSAR relevantes para a conservação de aves aquáticas<sup>2</sup> e raio de 1 km em seu redor<sup>1</sup>;</li> <li>• Outras zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas<sup>3</sup> e raio de 500 m em seu redor<sup>1</sup>;</li> <li>• Raio de 1 km em torno de ninhos das seguintes aves de rapina ameaçadas<sup>1</sup>: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Britango (<i>Neophron percnopterus</i>);</li> <li>- Abutre-preto (<i>Aegypius monachus</i>);</li> <li>- Águia-perdigueira (<i>Aquila fasciata</i>);</li> <li>- Águia-real (<i>Aquila chrysaetos</i>);</li> <li>- Águia-imperial (<i>Aquila adalberti</i>);</li> <li>- Francelho (<i>Falco naumanni</i>);</li> <li>- Falcão-peregrino (<i>Falco peregrinus</i>);</li> </ul> </li> <li>• Raio de 1 km em torno de campos de alimentação de aves necrófagas<sup>1</sup>;</li> <li>• Raio de 1 km em torno de abrigos / locais de nidificação de gralha-de-bico-vermelho (<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>)<sup>1</sup>.</li> </ul>
<p><b>Área Crítica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas estepárias bem conservadas (i.e. com abundância de pousio/pastagem) e de dimensão favorável à ocorrência das espécies com maiores áreas vitais (mínimo de 50 ha);</li> <li>• Zonas de alimentação de grou (<i>Grus grus</i>)<sup>1</sup>;</li> <li>• Área de 500 m a 1 km em torno de zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas<sup>3</sup> e faixa de 1 km que inclua os principais corredores utilizados por estas aves<sup>1</sup>;</li> <li>• Corredores migratórios e de dispersão de importância reconhecida para rapinas migradoras e outras aves planadoras<sup>1</sup>;</li> <li>• Área de 1 a 5 km em torno de campos de alimentação de aves necrófagas<sup>1</sup>;</li> <li>• Área utilizada de forma relevante<sup>4</sup> durante a época de reprodução por espécies com estatuto de ameaça elevado (CR, EN, VU) e com risco de colisão mais elevado (i.e., pertencentes a grupos taxonómicos classificados na Tabela 3 como “II-III” ou “III”);</li> <li>• Lixeiros/aterros sanitários que sejam utilizados por um número relevante de indivíduos de espécies com estatuto de ameaça elevado (CR, EN, VU) e raio de 1 km em seu redor.</li> </ul>



**TABELA 4 (CONT.) Critérios para a classificação da sensibilidade de áreas quanto aos impactes por mortalidade (colisão) na avifauna potencialmente causados por LMAT ( $\geq 110$  kV).**

Nível de Sensibilidade	Critérios
Área Sensível	<ul style="list-style-type: none"><li>• Áreas Classificadas<sup>9</sup> e Áreas Importantes para as Aves (IBAs - <i>Important Bird Areas</i>), nos troços que atravessassem habitat potencial para as espécies de aves que levaram à sua classificação (em áreas não identificadas como Muito Críticas ou Críticas);</li><li>• Lixeiras/aterros sanitários (não incluídos como Área Crítica) que sejam utilizados por grandes concentrações de indivíduos de espécies com risco de colisão mais elevado (<i>i.e.</i>, pertencentes a grupos taxonómicos classificados na Tabela 3 como “II-III” ou “III”) e raio de 1 km em seu redor.</li></ul>

<sup>1</sup> Critério com representação em shape file em: <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ordgest/aa/av-inc-amb>

<sup>2</sup> Excluem-se os Sítios Ramsar “Lagoas de Bertandos e S. Pedro de Arcos” e “Planalto Superior da S. Estrela e troço superior do rio Zêzere” (Anexo 1).

<sup>3</sup> Assumem-se como “zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas” as áreas de contagem selecionadas no Plano Nacional de Contagens de Aves Aquáticas (Anexo 1).

<sup>4</sup> Relevância em termos de frequência de utilização, número de indivíduos envolvidos ou especificidades locais, a avaliar caso a caso.

<sup>5</sup> As áreas abrangidas pelo Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 142/2008 de 24 de Julho, incluem:

- Áreas protegidas integradas na Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP);

- Áreas classificadas no âmbito da Rede Natura 2000, ou seja, os sítios da Lista Nacional de Sítios e as Zonas de Proteção Especial;

- Demais áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português, designadamente áreas RAMSAR.

Para apoio à identificação espacial das Áreas Críticas e Muito Críticas apresentadas na Tabela 4, está disponível, em <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ordgest/aa/av-inc-amb>, um conjunto de *shape files* que integram informação relativa aos principais grupos de aves referidos na tabela, bem como o documento de notas explicativas das *shapes* avifauna associadas ao presente Manual, que se recomenda que seja consultado, uma vez que contém informações mais detalhadas sobre o conteúdo de cada *shape file*. É também importante referir que (1) nem as Áreas

Sensíveis, nem todos os critérios das Áreas Críticas e Muito Críticas se encontram representados nas referidas *shape files*; e que (2) esta cartografia é indicativa no que respeita à ocorrência das áreas em causa, podendo não ser exaustiva nem estar atualizada. Nesse sentido, no âmbito da instalação de novas LMAT, recomenda-se uma avaliação detalhada dos valores avifaunísticos existentes na área de estudo, quer por consulta prévia ao ICNF ou a outras fontes de informação, quer posteriormente no terreno.

### 2.1.3 DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Os pontos seguintes descrevem de forma sucinta os tipos de medidas de evitamento e minimização de impactes na avifauna que devem ser adotadas

no contexto da instalação de LMAT, em função da sensibilidade das áreas, medidas essas que são elencadas, de forma mais detalhada, na Tabela 5.

### 2.1.3.1 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

Atendendo a que não é possível eliminar em absoluto o risco de colisão, os novos traçados deverão evitar atravessar Áreas Muito Críticas ou Críticas, recomendando-se uma análise comparativa de alternativas de traçados anterior à seleção do traçado final de forma a minimizar a afetação dessas áreas. No caso de impossibilidade de se evitar o atravessamento de Áreas Muito Críticas, deve ser considerada a hipótese de enterramento da linha, caso tecnicamente viável.

### 2.1.3.2 TIPOLOGIA DE LINHA

Depois do estudo do traçado, deverá ser analisada a adoção de tipologias de linha que reduzam para um mínimo o número de planos de colisão (e a ocupação do espaço aéreo).

### 2.1.3.3 INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

A instalação de dispositivos de sinalização nos cabos de linhas elétricas constitui largamente a medida mais comum para minimizar o seu impacto na avifauna devido a mortalidade por colisão. Um estudo recente (Bernardino *et al.*, 2019) reavaliou a eficácia deste tipo de medida, através de uma revisão e meta-análise da literatura existente sobre o assunto (originária de todo o mundo, incluindo diferentes tipos de linhas elétricas e de dispositivos usados), concluindo que no geral a sinalização reduz significativamente as taxas de mortalidade por colisão, com valores médios próximos dos 50% (entre os 40 e os 59%, num intervalo de confiança de 95%). No entanto, a variabilidade de resultados de cada estudo

(experimental) é muito elevada (e.g. Jenkins *et al.*, 2010; Barrientos *et al.*, 2011), com valores que, segundo a meta-análise de Bernardino *et al.* (2019) vão desde uma eficácia quase total até uma eficácia nula. Apesar da limitada evidência científica sobre os fatores explicativos da eficácia da sinalização (Bernardino *et al.*, 2019), é reconhecido que para algumas espécies muito suscetíveis à colisão, com uma visão de reduzido campo binocular (aspeto que limita o cálculo das distâncias a obstáculos), esta medida poderá não reduzir a mortalidade de forma significativa (Anderson, 2001). Assim, os dispositivos dinâmicos (em particular, os Firefly Rotativos) podem considerar-se conceptualmente mais indicados que os estáticos (como as espirais de fixação dupla) para prevenir acidentes por colisão em espécies de maior suscetibilidade, dado que mais facilmente poderão chamar a atenção da ave para a presença de um obstáculo aéreo (Martin & Shaw, 2010). No entanto, os dispositivos mais dinâmicos (os rotativos) tendem a apresentar mais problemas mecânicos (Dashnyam *et al.*, 2016; Alcazar *et al.*, 2018), pelo que linhas sinalizadas com esta solução poderão requerer um maior nível de manutenção.

Do ponto de vista da sinalização de novas LMAT em Portugal, recomenda-se que o tipo de dispositivos usados e a sua intensidade de colocação (nos cabos de guarda) seja variável em função da sensibilidade das áreas, conforme os critérios especificados na Tabela 5.



**TABELA 5 Medidas de evitamento e minimização de impactes na avifauna a aplicar na instalação de novas LMAT, consoante a sensibilidade das áreas atravessadas.**

Nível de Sensibilidade	Medidas a aplicar
<b>Área Muito Crítica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desvio do traçado ou enterramento da linha. No caso de nenhuma destas medidas de evitamento de impactes ser tecnicamente viável (por impossibilidade devidamente fundamentada pelo Promotor), devem ser implementadas as seguintes medidas de minimização:<ul style="list-style-type: none"><li>- A linha deverá adotar uma configuração em esteira horizontal, para garantir o mínimo de planos de colisão (uso de apoios tipo MT/MTG ou Q/Y para circuitos simples e YD para linhas em duplo circuito, sempre que tecnicamente viável);</li><li>- Sinalização dos cabos de guarda com dispositivos dinâmicos<sup>1</sup> tipo Firefly Rotativo ou tipo Fita, de forma a obter-se um espaçamento de 5 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 10 em 10 m, alternadamente, em cada cabo de guarda).</li></ul></li></ul>
<b>Área Crítica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A linha deverá adotar uma configuração em esteira horizontal, para garantir o mínimo de planos de colisão (uso de apoios tipo MT/MTG ou Q/Y para circuitos simples e YD para linhas em duplo circuito, sempre que tecnicamente viável);</li><li>• Sinalização dos cabos de guarda com dispositivos dinâmicos<sup>2</sup> tipo Firefly Rotativo ou tipo Fita, de forma a obter-se um espaçamento de 10 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 20 em 20 m, alternadamente, em cada cabo de guarda).</li></ul>
<b>Área Sensível</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sinalização dos cabos de guarda com espirais de fixação dupla, de forma a obter-se um espaçamento de 10 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 20 em 20 m, alternadamente, em cada cabo de guarda).</li></ul>

#### Medidas Adicionais:

- Fora das “Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas”, nos troços em que a linha atravessa áreas com elevada probabilidade de utilização dos apoios por cegonha-branca para nidificação (Moreira et al., 2018) deverá ser instalada a sinalização indicada para Áreas Sensíveis.
- A colocação de bolas de sinalização para aeronaves, nos cabos de guarda de LMAT, decorrente do cumprimento da Circular de Informação Aeronáutica n.º 10/03, de 6 de maio, deve ser cumulativa com a sinalização específica para a avifauna, indicada nesta tabela.

<sup>1</sup> Caso não esteja tecnicamente validada a utilização de dispositivos dinâmicos (Firefly Rotativos ou Fitas) na Rede Nacional de Transporte de Eletricidade (por impossibilidade devidamente fundamentada pelo Promotor), a sinalização em Áreas Muito Críticas deve ser efetuada com espirais de fixação dupla, com um espaçamento de 1,5 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 3 em 3 m, alternadamente, em cada cabo de guarda);

<sup>2</sup> Caso não esteja tecnicamente validada a utilização de dispositivos dinâmicos (Firefly Rotativos ou Fitas) na Rede Nacional de Transporte de Eletricidade (por impossibilidade devidamente fundamentada pelo Promotor), a sinalização em Áreas Críticas deve ser efetuada com espirais de fixação dupla, com um espaçamento de 5 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 10 em 10 m, alternadamente, em cada cabo de guarda).

## 2.2 EFEITOS DE EXCLUSÃO E DE BARREIRA

A ocorrência de efeitos de exclusão ou de barreira (no sentido usado neste manual; ver Tabela 2) causados por linhas elétricas (de distribuição ou transmissão) na avifauna constituem tipos (indiretos) de impacte claramente menos conhecidos e aparentemente de menor

importância (em termos de consequências populacionais) comparativamente com a mortalidade por colisão ou eletrocussão - ver, por exemplo Biasotto & Kindel (2018) e Richardson *et al.* (2017), sobre a frequência com que diferentes impactes são detetados e reportados.

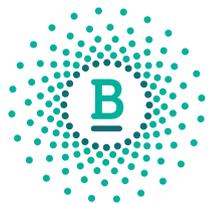
### 2.2.1 EFEITO DE EXCLUSÃO

Da literatura científica que demonstra impactes por efeitos de exclusão causados por linhas elétricas, destaca-se o estudo de Silva *et al.* (2010) que mostrou um efeito negativo da proximidade a LMAT, em Portugal, na densidade de siso em período reprodutor. Mais recentemente, Lóránt & Vadász (2014), num estudo levado a cabo na Hungria, reportaram um forte efeito de evitamento de áreas próximas de linhas de Média Tensão por abetardas (*Otis tarda*) em lek. Por sua vez, existe ainda um conjunto de estudos (Pruett *et al.*, 2009a, 2009b; Kohl *et al.*, 2019) que mostram a ocorrência de evitamento de linhas por três espécies de tetrazes das pradarias (*Tympanuchus cupido*, *T. pallidicinctus* e *Centrocercus urophasianus*), nos EUA, através de efeitos na seleção de áreas de lek e locais de ninhos / posturas. Importa referir que estes exemplos correspondem a situações em que as faixas de servidão das linhas não se diferenciam do habitat envolvente (maioritariamente não arborizado), o que mostra que se trata de um efeito associado à presença da estrutura e não da alteração do habitat no corredor atravessado, que as linhas implicam noutras circunstâncias (e.g. zonas florestais). Embora a ocorrência de efeitos de exclusão em

linhas seja em geral reportada em espécies sensíveis à perturbação antropogénica, a explicação mais frequentemente apontada corresponde à percepção, por parte destas espécies, de um maior risco de predação na sua proximidade das linhas, devido ao uso frequente dos apoios por aves de rapina (Stahlecker, 1978), havendo também quem especule sobre a possibilidade de as aves visualizarem (na banda UV) o efeito de coroa emitido pelos condutores de muito alta tensão, adicionalmente ao ruído associado (Tyler *et al.*, 2014).

Há, no entanto, também estudos que apontam para uma aparente inexistência de efeitos de exclusão por linhas, ainda que em espécies (e habitats) diferentes das acima referidas (mais concretamente aves de montanha; Pearce-Higgins *et al.*, 2009).

Reconhece-se, portanto, que o conhecimento disponível sobre impactes de LMAT na avifauna devido a efeitos de exclusão (embora acima resumido com mais detalhe do que para a colisão) não é suficiente para permitir uma classificação das espécies quanto ao risco de sofrerem impactes populacionais, de uma forma equivalente àquela



que é feita para a colisão. No entanto, com base nas indicações bibliográficas existentes, sobre efeitos de LMAT ou outros indicadores de sensibilidade das espécies à perturbação antropogénica, em conjunto com um princípio de precaução, orientado pelo estatuto de ameaça das espécies de aves

em Portugal (Cabral *et al.*, 2005), identificou-se um conjunto de espécies/populações para as quais a avaliação de efeitos de exclusão deva ser recomendada no caso da instalação de uma LMAT na sua proximidade (Tabela 6), tal como detalhado no Capítulo 3.3.1.

**TABELA 6** Espécies /populações para as quais se recomenda a avaliação de efeitos de exclusão no caso da instalação de uma LMAT na proximidade da sua área de ocorrência.

Nome comum	Nome científico	Estatuto <sup>1</sup>
Cegonha-preta	<i>Ciconia nigra</i>	VU
Milhafre-real <sup>2</sup>	<i>Milvus milvus</i>	CR
Britango	<i>Neophron percnopterus</i>	EN
Abrute-preto	<i>Aegypius monachus</i>	CR
Tartaranhão-cinzento <sup>2</sup>	<i>Circus cyaneus</i>	CR
Águia-caçadeira	<i>Circus pygargus</i>	EN
Águia-imperial	<i>Aquila adalberti</i>	CR
Águia-real	<i>Aquila chrysaetos</i>	EN
Águia-perdigueira	<i>Aquila fasciata</i>	EN
Águia-pesqueira <sup>2</sup>	<i>Pandion haliaetus</i>	CR
Grou	<i>Grus grus</i>	VU
Sisão	<i>Tetrax tetrax</i>	VU
Abetarda	<i>Otis tarda</i>	EN
Alcaravão	<i>Burhinus oedicnemus</i>	VU
Cortiçol-de-barriga-preta	<i>Pterocles orientalis</i>	EN
Ganga	<i>Pterocles alchata</i>	CR

<sup>1</sup> Estatuto de ameaça de acordo com "Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal" (Cabral *et al.*, 2005): CR - "Criticamente em Perigo", EN - "Em Perigo" e VU - "Vulnerável".

<sup>2</sup> Para estas espécies consideram-se apenas as populações nidificantes (às quais se refere o estatuto de ameaça apresentado).

## 2.2.2 EFEITO BARREIRA

Quanto ao efeito barreira, no sentido (considerado neste manual) de reduções na conectividade entre áreas bisetadas pela linha elétrica (portanto excluindo a típica reação de aumento a altura de voo no atravessamento das linhas; e.g. Luzenski *et al.*, 2016), a literatura é manifestamente escassa, sendo de destacar o estudo de Raab *et al.* (2011), que mostrou a influência da distância a linhas elétricas na direção dos movimentos de abetardas (da população da Panónia-Oeste) ao levantarem voo. Embora o condicionamento das direções de voo, tendencialmente para evitar o

atrasamento de linhas, contenha o lado positivo da redução do risco de colisão, aquele efeito tem consequências no uso do habitat, e potencialmente a uma escala (espacial) bastante alargada.

O conhecimento disponível quanto às espécies mais afetadas e magnitude do seu impacte é, portanto, muito reduzido, pelo que terá de ser avaliado caso a caso a necessidade de esse impacte ser considerado na avaliação e monitorização do projeto, como detalhado no Capítulo 3.3.2.



# 3.

## Programas de monitorização de impactes e avaliação das medidas de minimização



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



## 3. PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO DE IMPACTES E AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

### 3.1 OBJETIVOS E *DESIGN* DOS PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO

As LMAT devem ser alvo de Programas de Monitorização dirigidos para a avifauna caso sejam: (i) **previstos impactes** sobre espécies de aves durante a fase de AIA/AIncA; (ii) **implementadas medidas de minimização** dos impactes previstos sobre este grupo. Neste contexto, os Programas devem ser delineados com o **objetivo geral** de (i) monitorizar os impactes da infraestrutura sobre a avifauna, confirmando os impactes previstos durante a fase de AIA/AIncA ou identificando outros, e (ii) avaliar se as medidas de minimização são adequadas e eficazes face aos impactes identificados, ou se devem ser melhoradas.

Caso o projeto seja avaliado em fase de estudo prévio, o Estudo de Impacte Ambiental (EIA) deverá apresentar uma proposta para o Programa de Monitorização (de acordo com o desenvolvimento do projeto à data), devendo o mesmo estar igualmente previsto na respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA). O protocolo metodológico deverá ser posteriormente detalhado, de acordo com as diretrizes apresentadas neste manual, no Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE), ficando o mesmo sujeito

a parecer/aprovação pelo ICNF. Caso o projeto seja avaliado em fase de projeto de execução, o Programa de Monitorização deverá ser apresentado de forma detalhada logo no Estudo de Impacte Ambiental (EIA) ou Estudo de Incidências Ambientais (EIncA), devendo o mesmo ser aprovado pelo ICNF e transcrito na respetiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA) ou Decisão de Incidências Ambientais (DIncA).

A duração da monitorização deve ser explicitada no Programa e ser ajustada às especificidades do projeto. Deve ser previsto um mínimo de 3 anos de monitorização durante a fase de exploração, sendo que, no caso de o programa incluir a avaliação de efeitos de exclusão ou de efeitos barreira, será necessário monitorizar, durante um ano, o período anterior à construção. No final do 3º ano de monitorização da fase de exploração, deverá avaliar-se a eventual necessidade de (1) continuidade da monitorização após esse período, e de (2) revisões metodológicas. Não obstante, anualmente também deverá ser feita uma avaliação dos resultados obtidos e, caso haja necessidade, proceder-se a adaptações do

Programa de Monitorização (sujeitos a aprovação prévia pelo ICNF).

Em termos gerais, devem ser considerados os seguintes **objetivos específicos** como potenciais para inclusão no Programa de Monitorização:

### CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MORTALIDADE DE AVIFAUNA

Uma vez que a colisão é o principal impacto esperado na avifauna, a monitorização da mortalidade deverá ser definida como objetivo em todas as LMAT alvo de monitorização. No entanto, o esforço de monitorização deverá ser ajustado à sensibilidade das áreas atravessadas pela infraestrutura, de acordo com as diretrizes definidas no Capítulo 3.2.

### AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA E QUANTIFICAÇÃO DE EFEITOS DE EXCLUSÃO E DE BARREIRA

No que diz respeito aos efeitos de exclusão e de barreira (ver Tabela 2), potencialmente associados à construção e exploração de uma nova LMAT, recomenda-se que a avaliação deste tipo de efeitos deve ser incluída como objetivo do Programa de monitorização apenas quando na proximidade da LMAT ocorram espécies que se considerem particularmente sensíveis (Capítulo 2.2), devendo ser usadas abordagens e métodos dirigidos para as espécies/grupos-alvo (Capítulo 3.3).

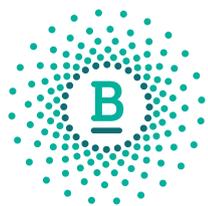
### AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

No Capítulo 2.1.3 é recomendada a adoção de medidas que visam minimizar os potenciais impactes da linha elétrica nas comunidades avifaunísticas, cuja eficácia deve

ser monitorizada. No âmbito dos presentes programas de monitorização, são apresentadas as diretrizes metodológicas para a avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão (Capítulo 3.4), por ser a medida de minimização mais frequentemente implementada e passível de ser avaliada de forma quantitativa. A seleção de corredores alternativos (menos impactantes) assume-se como uma medida de elevada eficácia, embora não possa ser avaliada de forma quantitativa. A eficácia da redução do número de planos de colisão, resultante de alterações na tipologia dos apoios, em alguns troços da linha, poderá ser quantificável (através de comparações *Control-Impact*; Anexo 2). No entanto, neste manual não são incluídas diretrizes específicas para avaliar a eficácia deste tipo de medida, devido à baixa frequência com que tem sido implementada em Portugal (por restrições técnicas) e à potencial dificuldade de integração (logística) com os restantes objetivos do plano de monitorização, nomeadamente o da avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão.

Na Tabela 7 encontram-se sumarizados, consoante os objetivos do Programa de Monitorização, quais os principais parâmetros a determinar e respetivos métodos/técnicas de amostragem no campo, sendo os mesmos detalhados nos subcapítulos seguintes.

Caso seja contemplada a inclusão de outros objetivos específicos (além dos acima listados) no programa de monitorização da avifauna, é fundamental que sejam apresentados de forma clara e que sejam identificados os métodos de recolha de dados que devem ser utilizados para dar resposta aos objetivos em causa.



**TABELA 7** Resumo dos parâmetros a determinar e respetivos métodos/técnicas de amostragem de campo associadas a cada um dos principais objetivos específicos de monitorização.

Objetivo específico	Tipos de parâmetros a determinar /recolher	Métodos/ técnicas de campo	Notas
Caracterização e quantificação da mortalidade	Espécies afetadas  Taxas de mortalidade e Estimativa global de mortalidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospeções de cadáveres</li> <li>• Testes de detetabilidade</li> <li>• Testes de remoção</li> </ul>	Calcular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de Mortalidade Observada</li> <li>• Taxa de Mortalidade Estimada</li> <li>• Estimativa Global da Mortalidade</li> </ul>
Avaliação da ocorrência e quantificação de efeitos de exclusão (dirigido para espécies-alvo)	Densidade de indivíduos, Índices de abundância relativa ou de utilização do espaço, por espécie, na proximidade da linha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Censos de aves, através de pontos de observação/ escuta ou transetos de contagem</li> </ul>	Deve ser previsto um desenho experimental do tipo BACI ou BAIG ( <i>Before-After-Impact Gradient</i> ; ver Anexo 2).
Avaliação da ocorrência e quantificação de efeitos barreira (dirigido para espécies-alvo)	Frequência de atravessamentos da linha, por aves em voo.  Comportamento de voo no atravessamento da linha (cancelamento de passagem)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de observação de movimentos de aves em voo</li> </ul>	Deve ser previsto um desenho experimental do tipo BA ( <i>Before-After</i> ).
Avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão	Redução (em %) do Risco Relativo de Colisão (Taxa de Mortalidade Estimada / Taxa de atravessamento) nos troços sinalizados, por comparação com os troços controlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospeções de cadáveres</li> <li>• Testes de detetabilidade</li> <li>• Testes de remoção</li> <li>• Pontos de observação de movimentos de aves em voo</li> </ul>	Não sendo geralmente possível, em contexto de AIA, cumprir este objetivo específico com um protocolo BACI, deve ser prevista uma abordagem CI ( <i>Control-Impact</i> )
	Comportamento de voo no atravessamento da linha (indicadores da visibilidade dos dispositivos, como a altura dos voos em relação aos cabos de guarda)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de observação de movimentos de aves em voo</li> </ul>	Embora com caráter adicional, esta informação (usada numa base de comparação CI) pode ajudar a compreender os mecanismos que determinam a eficácia.

Os efeitos a medir pelos planos de monitorização deverão ser alvo de um desenho experimental adequado ao objetivo em causa e características do projeto, aspetos que são detalhados em cada um dos subcapítulos seguintes (3.2, 3.3 e 3.4). No Anexo 2

é apresentada uma descrição dos principais tipos de abordagem experimental para monitorização de impactes (extra mortalidade) de LMAT na avifauna, incluindo os seus pressupostos e procedimentos para minimizar as limitações.

## 3.2 MONITORIZAÇÃO DA MORTALIDADE

A monitorização da mortalidade de aves por colisão com a linha elétrica deverá ser efetuada através da prospeção regular de cadáveres no terreno.

O número de cadáveres encontrados não corresponde, no entanto, à mortalidade real, maioritariamente devido às seguintes fontes de enviesamento: (i) aves que caem/morrem fora da faixa de prospeção; (ii) remoção de cadáveres (por necrófagos e/ou

decomposição) entre prospeções; e (iii) eficácia limitada dos observadores na deteção dos cadáveres.

Nos subcapítulos seguintes, são descritas as metodologias recomendadas para a execução das prospeções de cadáveres e testes para determinação dos respetivos fatores de correção do enviesamento, assim como para a estimação da mortalidade “real”.

### 3.2.1 PROSPEÇÃO DE CADÁVERES DE AVES

#### 3.2.1.1 TROÇOS A MONITORIZAR

A seleção dos troços a prospectar deverá ter em consideração a sensibilidade das áreas atravessadas pela LMAT (Capítulo 2.1.2), de acordo com os seguintes critérios:

- **“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas”** – toda a extensão atravessada pela linha elétrica deve ser amostrada;
- **Fora de “Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas”** – deve ser amostrado, pelo menos, 20% da extensão atravessada pela linha elétrica, garantindo um mínimo de 2 km de extensão efetivamente

prospetada (i.e., já descontando as áreas “não prospetáveis”). Os troços a prospectar devem ser selecionados de forma a serem, sempre que possível, representativos (em termos de proporção relativa) dos habitats atravessados pela linha.

Consideram-se áreas “não prospetáveis” parcelas de terreno dentro dos troços da LMAT nas quais a prospeção não é exequível devido às características do habitat e/ou acessibilidade (e.g. planos de água, zonas muito declivosas, matos densos, áreas privadas sem autorização de acesso por parte dos proprietários). Nos troços selecionados para prospeção, as referidas áreas “não prospetáveis” devem ser cartografadas



com detalhe no terreno (bem como suas alterações ao longo da monitorização), por forma a que nos cálculos das taxas de mortalidade (em nº de aves mortas/ km/ unidade de tempo) seja apenas considerado o número de kms efetivamente prospetado (ver Capítulo 3.2.3).

Tendo em vista a otimização de recursos, a seleção dos troços a prospetar para monitorização da mortalidade deverá ser compatibilizada, sempre que possível e aplicável, com os troços selecionados para a avaliação da eficácia das medidas de minimização (ver Capítulo 3.4.1).

### 3.2.1.2. PERÍODOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

**Fora das áreas de maior sensibilidade para a avifauna**, ou seja, nos troços não abrangidos por Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas, deve ser implementado unicamente o **protocolo Standard** de prospeção de cadáveres, que consiste na realização, em cada época fenológica, de quatro visitas consecutivas, com intervalos de sete dias entre elas. Estas visitas denominam-se de visitas (ou prospeções) “base” e encontram-se representadas a cinza escuro no esquema da Tabela 8. Para tal, devem ser consideradas, genericamente, as quatro principais épocas fenológicas das aves: invernada (dezembro, janeiro e fevereiro); reprodução (março, abril e maio); dispersão pós-reprodutora (junho, julho e agosto) e migração outonal (setembro, outubro e novembro), o que resulta num total de 16 prospeções por ano (Tabela 8).

Nos troços em que a linha atravessa **áreas de maior sensibilidade para a avifauna** (Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas), deve ser implementado

um **protocolo Intensivo** de prospeção de cadáveres, que consiste na realização das 16 visitas “base” (tal como definido para o protocolo *Standard*), complementadas por visitas (ou prospeções) “adicionais”, pelo menos com frequência mensal para minimizar a possibilidade de eventos pontuais de mortalidade (mas significativos) não serem identificados. Nesse sentido, as prospeções “adicionais” (representadas a cinza claro no esquema exemplo da Tabela 8) deverão ser realizadas nos períodos não abrangidos pelas prospeções “base”, garantindo que o intervalo entre as visitas “adicionais” seja, o mais possível, regular. Caso a(s) espécie(s) subjacentes à classificação das Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas ocorram apenas num determinado(s) período(s) do ano (e.g. época de migração ou de reprodução), as prospeções “adicionais” poderão abranger somente esse(s) período(s).

A título de exemplo, na Tabela 8 encontra-se esquematizada a forma como as campanhas de prospeção “base” e “adicionais” devem ser distribuídas ao longo do ano, sendo que as visitas “adicionais” assumem o cenário de a(s) espécie(s) subjacente(s) à classificação das Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas ser(em): (1) de grande porte, não justificando uma frequência superior à mensal; e (2) residente(s) na área de estudo, justificando uma cobertura ao longo de todo o ano. No Anexo 3 são apresentados mais exemplos de implementação de protocolos Intensivos de prospeção de cadáveres, ao nível da frequência e cobertura anual das visitas “adicionais”.

**TABELA 8** Exemplo de calendarização das amostragens de prospeção de acordo com um protocolo *Intensivo\**, a realizar em Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas, e com o protocolo *Standard*, a aplicar fora daquelas áreas (verde escuro – visitas “base”; verde claro – visitas “adicionais”).

Protocolo de Prospeção	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
<i>Intensivo*</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Standard</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

\* Neste exemplo de protocolo *Intensivo*, a frequência e cobertura anual das visitas “adicionais” assumem um cenário em que as espécies subjacentes à classificação dessas áreas de maior sensibilidade são de grande porte e residentes. Para outros exemplos de protocolos *Intensivos*, ver Anexo 3.

### 3.2.1.3 FAIXA E MÉTODO DE PROSPEÇÃO

A prospeção de cadáveres deverá ser efetuada numa faixa de terreno sob a LMAT, cuja largura (20 m ou 40 m; ver Tabela 9) dependerá das características da linha (e.g. distância entre os cabos exteriores, altura/configuração dos condutores e cabo de guarda, nº de planos de colisão para a avifauna). A faixa de prospeção deverá ser centrada no meio dos apoios, i.e., estender-se 10 m ou 20 m, respetivamente, a partir do eixo central da LMAT (Figura 1).

Dentro desta faixa, regra geral, deverão ser realizados transetos lineares, a percorrer a pé por um observador ou mais, que deverão avançar em paralelo e a uma velocidade média de ~2 km/h, por forma a manter um esforço de amostragem homogéneo. Assume-se que, ao longo de cada transeto, cada observador conseguirá prospeçar uma banda de terreno com largura máxima de 10 m (i.e., 5 m para cada lado do transeto), pelo que a

cobertura das faixas de prospeção de 20 m ou 40 m implicará, respetivamente, a realização de 2 ou 4 transetos lineares (Figura 1).

Consoante as características físicas dos troços amostrados (e.g. situações em que a progressão no terreno é difícil), poderão ser adotados outros esquemas de prospeção, nomeadamente transetos em zig-zag, desde que seja salvaguardado o mesmo esforço de amostragem que acima referido para cenários de deslocação linear (i.e., aproximadamente uma passagem por cada quadrado de 10x10 m de terreno). Idealmente, e particularmente se a LMAT atravessar zonas com denso coberto arbustivo e/ou terreno acidentado, as prospeções devem preferencialmente ser realizadas por observadores acompanhados por cães de busca, devendo os binómios homem-cão ser previamente treinados para este tipo de trabalho.

**TABELA 9** Largura da faixa de prospeção de cadáveres de aves recomendada consoante a tipologia de LMAT.

Tipo	Características	Nº de planos de colisão *	Distância entre os cabos exteriores (m)	Largura total da faixa de prospeção (m)
MT/MTG	Linhas simples de 150-220 kV	2	13 - 14	20
CW / DL	Linhas duplas de 150-400 kV	4	12 - 17	40
Q/Y	Linhas simples de 400 kV	2	20 - 24	40
YD	Linhas duplas de 150-220 kV	2	30	40

\* Incluindo cabos de guarda.

**FIGURA 1** Esquema ilustrativo dos transetos de prospeção a realizar ao longo dos troços da LMAT, num cenário de deslocação linear dos observadores, dependendo da largura total da faixa a prospectar (opção A - 20 m; opção B - 40 m) e do número de observadores.

**Opção A** (apenas 1 observador)



**Opção B** (apenas 1 observador)



**Opção B** (2 observadores)



● Eixo central da LMAT    ■ Largura total da faixa de prospeção    - - - ➔ Posição e sentido dos transetos de prospeção

No caso de ser detetada uma ave morta ou um indício da mesma (e.g. penas, restos de esqueleto) deverá ser recolhido o conjunto de dados listados na Caixa 1. Na eventualidade de serem detetados cadáveres de aves ou outros indícios de mortalidade fora da faixa de prospeção, os mesmos deverão ser igualmente registados.

Após o registo, todos os cadáveres e/ou indícios encontrados devem ser removidos do local, de modo a evitar duplicação dos registos em prospeções posteriores. Sempre que o cadáver pertencer a uma

espécie com estatuto de ameaça (VU, EN ou CR) e a observação externa de indícios não seja suficiente para confirmar a causa de morte, deverá proceder-se à realização da respetiva necrópsia (caso o estado do cadáver o permita), por forma a confirmar a causa da morte.

De salientar que, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril (na sua redação atual), e do Decreto-Lei n.º 316/89, de 22 de setembro, o transporte de cadáveres de aves selvagens carece de licença a emitir pelo ICNF.

#### Dados a recolher nas campanhas de prospeção de cadáveres

Caixa 1

##### Campanhas de prospeção de cadáveres

Em cada campanha de prospeção deverá ser registada a seguinte informação sobre os troços da LMAT prospetados e condições em que o trabalho foi efetuado:

- i. Data e hora (de início da prospeção do troço);
- ii. Referência do troço prospetado;
- iii. Coordenadas geográficas (o local de início e fim do troço);
- iv. Extensão (em %) do troço prospetado eficazmente;
- v. Nome do(s) observador(es);
- vi. Condições climáticas (sentidas aquando da realização de prospeção).

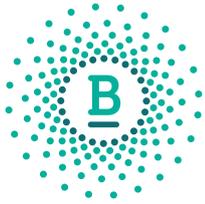
##### Registos de mortalidade de aves

No caso de ser detetada uma ave morta ou indício da mesma durante a prospeção, deverá ser registada a informação listada nos pontos seguintes. Para efeitos de registo, no caso de somente serem encontradas penas, as mesmas só deverão ser consideradas um indício de mortalidade quando corresponderem a um conjunto de  $\geq 10$  penas.

- i. Data, hora e nome do observador;
- ii. Espécie, idade e sexo do indivíduo;

**Nota 1:** determinar, se possível, se se trata de indivíduo em migração (por exemplo, através da análise da plumagem, índice de massa corporal, ou outros).

**Nota 2:** devem ser estabelecidas as parcerias necessárias para garantir a correta identificação dos restos encontrados, podendo ser feita a identificação de penas seguindo bibliografia disponível (e.g. Brown *et al.*, 2003, website “The feather Atlas for the Birds of the Western Palearctic” <http://featherguide.org/>) e a identificação de fragmentos ósseos por recurso a uma coleção de referência (e.g. LARC - Laboratório de Arqueociências, da Direção-Geral do Património Cultural).



Dados a recolher nas campanhas de prospeção de cadáveres

Caixa 1

- iii. Tipo de indício encontrado (e.g. ave inteira, uma asa, conjunto de  $\geq 10$  penas, só ossos limpos);
- iv. Causa de morte, por observação externa de indícios (e.g. fraturas, cortes no ventre ou asas);  
**Nota:** no caso de espécies ameaçadas, a causa da morte deverá ser confirmada através da realização de uma necrópsia (sempre que as condições do cadáver o permitam).
- v. Estimativa da data de morte, com base no estado de decomposição e segundo as seguintes categorias:
  - 1 a 2 dias;
  - 3 dias a uma semana;
  - 1 semana a 1 mês;
  - Mais de 1 mês.
- vi. Estado do cadáver (% de tecidos removidos, por necrófagos ou decomposição);
- vii. Localização (coordenada GPS);
- viii. Distância do cadáver ao eixo central da linha (esquematizado na Figura 1);
- ix. Registo fotográfico do cadáver ou indício de mortalidade (com escala);
- x. Descrição do habitat envolvente;
- xi. Descrição de altura e densidade de vegetação no local do cadáver, com indicação da respetiva classe de visibilidade considerada (e.g. baixa, intermédia, elevada).

A mortalidade de morcegos deverá também ser registada e reportada, na eventualidade de ser encontrado um cadáver. Da mesma forma, a mortalidade de aves associada a prováveis fontes de mortalidade externas à linha em estudo (e.g. abate ilegal; mortalidade associada a estradas asfaltadas atravessadas pela linha) deverá ser registada, mas excluída das estimativas de mortalidade de aves associada à linha.

### 3.2.2 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CORREÇÃO

Os três principais fatores de correção do enviesamento da mortalidade observada devem ser aferidos através de realização de testes de campo ou com recurso a valores bibliográficos, tal como descrito nos pontos seguintes.

#### 3.2.2.1. PROPORÇÃO DE AVES QUE CAI / MORRE DENTRO DA FAIXA DE PROSPEÇÃO

Os estudos que quantificaram a percentagem de aves que morre dentro da faixa de prospeção continuam, à data, a ser muito poucos e a abranger uma grande diversidade de situações, em termos de características da linha elétrica, largura da faixa de prospeção e

dimensão da amostra. A estas limitações acrescentam-se outras, como o facto de as espécies-alvo serem, na maioria dos estudos, aves de médio-grande porte.

Como tal, recomenda-se a adoção dos seguintes valores de referência:

- Aves de pequeno porte: 1,0 (i.e., assume-se que as aves caem na sua totalidade dentro da faixa de prospeção);
- Aves de médio-grande porte: 0,4 (i.e., assume-se o valor médio reportado na bibliografia).

A categorização das espécies avifaunísticas relativamente ao seu porte (pequeno, médio ou grande) encontra-se disponível no Anexo 4.

### 3.2.2.2. TESTES DE REMOÇÃO DE CADÁVERES

Os testes de remoção de cadáveres poderão decorrer apenas no primeiro ano de exploração, com um desenho experimental que deverá considerar (i) a época do ano<sup>1</sup> e (ii) o tamanho do cadáver.

Deverão ser utilizados cadáveres de aves de duas ou três classes de tamanho diferente, em função da ocorrência na área de estudo de espécies suscetíveis de colidir com a LMAT e também do seu porte (ver Anexo 4). Podem ser usadas codornizes (*Coturnix coturnix*) e perdizes (*Alectoris rufa*), correspondentes a aves de pequeno e médio porte, respetivamente, e ainda aves de maiores dimensões (e.g. faisão; *Phasianus colchicus*), em linhas em que seja previsível a ocorrência de mortalidade de espécies ameaçadas de grande porte (e.g. abetarda, grou). De ressaltar que, nos projetos em que só tenham sido testados dois tamanhos (pequeno e médio porte), caso venha a ser registada mortalidade de aves de grande porte com estatuto de ameaça (VU, EN ou CR), deverá proceder-se a uma nova ronda de testes de remoção, nas épocas em que tal se justifique, com o objetivo de aferir exclusivamente o respetivo fator de correção para essa classe de tamanho (grande porte). Caso se verifique a mortalidade de aves de grande porte mas sem estatuto de ameaça, não se considera obrigatória a realização destes testes adicionais, podendo para efeitos de correção da mortalidade observada (ver Capítulo 3.2.3)

ser utilizado, com as devidas ressalvas, o fator de correção determinado para espécies de médio porte.

Nos testes deverão ser usadas aves provenientes de explorações aviárias (idealmente, com criação ao ar livre), eutanasiadas sem recurso a químicos (e.g. por deslocação cervical), por depenar e, preferencialmente, frescas (i.e., não congeladas). Os cadáveres devem ser marcados discretamente - por exemplo através do corte da ponta da asa - de forma a não os confundir com uma ave que tenha efetivamente colidido com a LMAT.

Em cada uma das 4 épocas do ano, recomenda-se a distribuição no terreno de, pelo menos, 20 cadáveres de cada classe de tamanho (pequeno, médio e grande porte), ou 30 cadáveres no caso de serem consideradas apenas duas classes de tamanho (pequeno e médio porte). Os locais de colocação de cada cadáver deverão ser selecionados de forma aleatória, mas representativa dos principais habitats presentes nos troços alvo de prospeção. Os locais devem ainda estar distribuídos nos dois eixos da faixa de prospeção (largura e comprimento) e distanciados entre si, no mínimo, de 100 m, de forma a garantir a não saturação da área com cadáveres. Os cadáveres deverão ser sempre manuseados com luvas, para minimizar a contaminação com odores humanos.

Uma vez distribuídas no terreno, os cadáveres deverão, no mínimo, ser visitados diariamente até ao 4º dia (inclusive) e depois ao 7º, 14º e 21º dia após colocação, para verificação da sua permanência ou não no terreno ou eventuais

<sup>1</sup> Consideram-se “épocas do ano”, genericamente, as quatro principais épocas fenológicas das aves, definidas no Capítulo 3.2.1.2.



vestígios de predação/decomposição<sup>1</sup>. Considera-se que ocorreu uma remoção “completa” do cadáver apenas quando não há qualquer vestígio do cadáver ou quando o único vestígio encontrado no local é um conjunto inferior a 10 penas.

No final da experiência, para cada um dos cadáveres, deve ser compilada a informação listada na Caixa 2.

### 3.2.2.3 TESTES DE DETETABILIDADE DE CADÁVERES

Os testes de detetabilidade poderão decorrer apenas no primeiro ano de exploração, com um desenho experimental que deverá considerar (i) o nível de visibilidade do solo e (ii) o tamanho do modelo/cadáver.

Em primeiro lugar é necessário efetuar um levantamento dos tipos de habitat/uso do solo existentes na faixa de prospeção dos troços selecionados (incluindo a sua variação ao longo do ano), de forma a categorizar essa diversidade em classes de visibilidade do solo (e.g. baixa, intermédia e elevada), em função da altura e densidade de vegetação. Utilizando esta informação, os testes de detetabilidade devem decorrer na faixa de prospeção, em troços (ou seções dos mesmos) que sejam representativos de cada uma das classes de visibilidade do solo. Os testes podem decorrer numa única época do ano, mas apenas no caso de, nessa altura, se encontrar uma diversidade de situações (de cobertura do solo) suficiente para representar

todas as categorias de visibilidade definidas.

Por forma a aumentar a amostra sem o sacrifício de animais, poderão ser usados modelos que mimetizem as dimensões e coloração de aves selvagens. Recomenda-se a utilização de modelos correspondentes a duas ou três classes de tamanho diferente (e.g. pequeno, médio e grande porte), consoante as espécies presentes na área de estudo suscetíveis de colidir com a linha elétrica. Por questões logísticas e de otimização de recursos, os testes de detetabilidade poderão também, alternativamente, ser efetuados utilizando os cadáveres distribuídos ao longo da linha no âmbito dos testes de remoção. Nessa situação, a salvaguarda da amostra mínima necessária para cada tamanho de cadáver, por classe de visibilidade (ver em baixo), deverá ser efetuada através da repetição das experiências de detetabilidade nas várias épocas do ano, e não através do sacrifício adicional de animais numa mesma época.

Em cada experiência, devem ser distribuídos um mínimo de 10 modelos/cadáveres, por cada combinação de variáveis (classe de visibilidade e tamanho), devendo cada uma destas experiências ser replicada, pelo menos, 3 vezes. Os modelos/cadáveres deverão ser distribuídos de forma aleatória (nos dois eixos da faixa de prospeção: largura e comprimento), recomendando-se que a densidade de modelos não seja superior a 10 modelos/cadáveres por cada Km de linha prospectada.

Nos testes de detetabilidade deve participar o

<sup>1</sup> O uso de armadilhagem fotográfica, como método alternativo de verificação dos cadáveres, é desaconselhado atendendo às particularidades da técnica e limitações potenciais para o cumprimento deste objetivo específico (e.g. constrangimentos na seleção dos locais de instalação, potencial adulteração do habitat envolvente, risco de perda de dados por roubo ou arrasto do cadáver para fora do alcance da câmara, dificuldades na aferição da presença ou não de indícios visíveis do cadáver após a predação, etc.), não sendo à data conhecido o impacto das mesmas na precisão do fator de correção final estimado.

observador ou conjunto de observadores que realizam habitualmente as prospeções. Durante a experiência, o(s) observador(es) deve(m) prospetar os troços selecionados, seguindo a metodologia habitual de prospeção (ver Capítulo 3.2.1), e registar todos os modelos/cadáveres encontrados de cada tamanho e respetiva localização (para posterior associação à classe de visibilidade). Em alternativa, poderá ser atribuído um código a cada modelo/cadáver (sendo pré-conhecido o seu tamanho e

localização), bastando ao observador registar esse mesmo código.

Sempre que as prospeções sejam feitas por observadores acompanhados por cães treinados, os testes de detetabilidade deverão ser realizados para o binómio homem-cão, tendo obrigatoriamente de ser utilizados cadáveres de aves (em detrimento de modelos). No final de cada experiência, para cada modelo/cadáver deverá ser compilada a informação na Caixa 2.

#### Dados a recolher nos testes de remoção e detetabilidade de cadáveres

Caixa 2

Nos **testes de remoção de cadáveres** deverá ser registada para cada um dos cadáveres a seguinte informação:

- i. Época do ano;
- ii. Local de colocação do cadáver (Referência do ponto e coordenada GPS);
- iii. Caracterização do habitat envolvente;
- iv. Espécie/ tamanho do cadáver (e.g. codorniz, perdiz, faisão);
- v. Data de colocação e da remoção completa;
- vi. Estado do cadáver aquando de cada uma das verificações, segundo as seguintes categorias:
  - I - Intacto;
  - P - Predado;
  - MP- Muito predado (restos da carcaça e/ou conjunto de penas,  $\geq 10$ );
  - D - Decomposto;
  - MD - Muito decomposto;
  - R - Removido na totalidade (sem vestígios ou  $< 10$  penas).
- vii. Registo fotográfico de cada cadáver colocado no terreno (com escala) e respetivo habitat envolvente.

Nos **testes de detetabilidade de cadáveres** deverá ser registada a seguinte informação para cada modelo/cadáver colocado:

- i. Referência / código individual;
- ii. Data e número da experiência;
- iii. Local de colocação (coordenada GPS) e respetivo troço da linha;
- iv. Classe de visibilidade (e.g. baixa, intermédia e elevada);
- v. Classe de tamanho do modelo (e.g. pequeno, médio, grande) ou espécie (e.g. codorniz, perdiz, faisão);
- vi. Detecção (ou não), por cada observador, pelo conjunto de observadores ou pelo binómio homem-cão (consoante aplicável).

**Nota:** Recomenda-se o registo fotográfico (com escala) de, pelo menos, um modelo/cadáver de cada classe de tamanho, em cada classe de visibilidade/habitat.



### 3.2.3 ESTIMATIVA DA MORTALIDADE DE AVES

Para além da apresentação dos dados brutos das campanhas de prospeção, a mortalidade de aves associada à LMAT deve ser caracterizada através da apresentação dos seguintes parâmetros<sup>1</sup>:

- **Taxa de Mortalidade Observada**<sup>2</sup> (TMO) – número médio de cadáveres encontrados por Km;
- **Taxa de Mortalidade Estimada** (TME) – número médio estimado de aves mortas por Km;
- **Estimativa Global de Mortalidade** (EGM) – número estimado de aves mortas para a extensão total da LMAT.

O cálculo da TME e EGM deve ter por base os valores de mortalidade observada no conjunto das prospeções “base” e “adicionais” (sempre que aplicável), devidamente ajustados pelos três fatores de correção do enviesamento: proporção de cadáveres que caem/morrem dentro da faixa de prospeção, taxa de persistência dos cadáveres entre prospeções e probabilidade de deteção pelos observadores. A aplicação destes fatores de correção deve sempre ter em consideração o porte das espécies encontradas mortas (ver Anexo 4).

Recomenda-se que a TME e EGM sejam determinadas com recurso ao **estimador GenEst**, desenvolvido por Dalthorp *et al.* (2018)<sup>3</sup>, que integra

num único estimador os conceitos matemáticos e mais-valias dos principais estimadores de mortalidade desenvolvidos até à data (ver Anexo 5) e permite obter valores de incerteza para todas as estimativas produzidas (quer dos fatores de correção, quer das estimativas de mortalidade).

Ambas as estimativas devem, primeiramente, ser determinadas e reportadas para cada época fenológica e, também, para o período anual completo, sendo para tal necessário ter em atenção o protocolo de prospeção adotado nos diferentes troços da LMAT. Nos troços da linha que se encontram **fora de Áreas de maior sensibilidade**, que devem estar sujeitos ao protocolo *Standard* (composto apenas por visitas “base”; ver Tabela 8), a TME/EGM associada a cada época fenológica deverá ser calculada primeiramente para os períodos de 4 semanas consecutivas em que decorreram as prospeções “base”, e depois extrapolada para os períodos não amostrados, por forma a obter uma TME/EGM relativa à totalidade da época e, posteriormente, para o período anual. Nos troços em que a linha atravessa **Áreas de maior sensibilidade para avifauna** (Sensíveis, Críticas ou Muito críticas), que devem estar sujeitos a um protocolo *Intensivo* (composto por visitas “base” complementadas por visitas “adicionais”; ver e.g. Tabela 8), a TME/EGM para cada época fenológica poderá ser calculada diretamente com os dados recolhidos no conjunto

<sup>1</sup> O cálculo dos três parâmetros de mortalidade deverá basear-se no número de quilómetros efetivamente prospectados dentro das secções da linha selecionadas para prospeção de cadáveres (i.e., excluindo as áreas identificadas como “não prospetáveis”).

<sup>2</sup> No cálculo da TMO devem ser exclusivamente utilizados os registos de mortalidade das prospeções “base”, por forma a garantir que os mesmos resultam de um esforço de amostragem igual (dentro e fora das áreas de maior sensibilidade) e, por sua vez, as TMO obtidas são comparáveis entre troços.

<sup>3</sup> Disponível à data em <https://code.usgs.gov/ecosystems/GenEst>

das prospeções “base” e “adicionais”, sem recurso a extrapolações<sup>1</sup>.

Por fim, os parâmetros de mortalidade (TMO, TME e EGM) deverão, de forma geral, ser apresentados para a totalidade da comunidade de aves, mas também por classe de tamanho (pequeno,

médio e grande porte; ver Anexo 4) e, quando aplicável, por sensibilidade da área. Contudo, consoante as espécies afetadas pela infraestrutura, poderão igualmente ser calculados para um determinado grupo de aves ou separadamente para determinadas espécies-alvo, como seja o caso de espécies com estatuto de ameaça.

## 3.3 MONITORIZAÇÃO DE EFEITOS DE EXCLUSÃO E DE BARREIRA

### 3.3.1 EFEITO DE EXCLUSÃO

Tal como detalhado na Introdução (Tabela 2), o efeito de exclusão é entendido neste documento como um evitamento da proximidade de uma LMAT, devido à sua presença, para qualquer tipo de uso do habitat por uma dada espécie, seja para alimentação, nidificação ou refúgio/dormitório, traduzindo-se numa redução da sua abundância ou intensidade de utilização do espaço junto à infraestrutura. Os impactes por exclusão são conceptualmente distintos dos impactes por perda de habitat (como por exemplo as resultantes da abertura de uma faixa de servidão, numa zona florestal, para construção de uma linha nova), como comprova o facto de a exclusão estar demonstrada sobretudo para espécies que ocorrem em habitats abertos (e.g. Silva *et al.*, 2010; Lóránt & Vadász, 2014;

Kohl *et al.*, 2019), onde a exploração da transmissão elétrica não implica uma alteração significativa dos habitats atravessados. No entanto, reconhece-se que nas situações (troços de linha) em que a construção de LMAT implica alterações significativas de habitat, é muito difícil, para efeitos de monitorização, distinguir entre impactes causados na avifauna devido a alterações de habitat ou a efeitos de exclusão, em especial para espécies que usam o habitat a uma escala espacial alargada.

### CRITÉRIOS PARA INCLUSÃO NO PLANO DE MONITORIZAÇÃO

No âmbito da instalação de novas LMAT, como princípio geral, os planos de monitorização devem incluir objetivos de avaliação de efeitos de exclusão

<sup>1</sup> Nos casos em que as prospeções “adicionais” tenham uma frequência inferior a quinzenal (ou seja, intervalos superiores a 15 dias; e.g. Anexo 3 - Caso de estudo nº 3), deverá ser considerada a necessidade de calcular a TME/EGM para aves de pequeno-médio porte somente com base nas prospeções “base” (cuja frequência é semanal), sendo depois extrapolada para os períodos não amostrados. A mesma extrapolação deverá ser equacionada para aves de grande porte, nas situações em que as prospeções “adicionais” abrangem somente um determinado período do ano (e.g. Anexo 3 - Casos de estudo nº 4, 5 e 6), devendo a TME/EGM referente aos meses e/ou épocas não abrangidas ser estimada com base nas prospeções “base”.



caso se considere, consoante as espécies presentes na área de influência da linha, que tal impacto seja plausível de ocorrer. Assim, não obstante uma avaliação caso a caso, recomenda-se que seja considerada a inclusão de objetivos relacionados com a avaliação de efeitos de exclusão sempre que se considere que qualquer uma das espécies/ populações ameaçadas listadas na Tabela 6 (Capítulo 2.2.1) possa ser significativamente afetada pelo projeto devido a este tipo de impactes.

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

A avaliação de efeitos de exclusão pode ser efetuada com recurso a uma abordagem baseada no princípio *Before-After-Control-Impact* (BACI), em que área de implantação da LMAT e uma área fora da influência da infraestrutura (área “Controlo”) são monitorizadas durante um ano no período anterior à construção (vulgarmente designado “Ano Zero”) e 3 anos na fase de exploração. No entanto, tendo em conta que a maioria das espécies listadas na Tabela 6 (Capítulo 2.2.1) são pouco abundantes e/ ou usam o habitat a uma escala relativamente grande, sugere-se que em vez do protocolo BACI, seja adotado uma abordagem *Before-After-Impact-Gradient* (BAIG) (ver descrição no Anexo 2), isto é, que seja medida a abundância/ intensidade de uso do espaço de forma contínua (ou o mais possível) numa área em redor da linha (*Impact Gradient*), antes e depois da construção (*Before-After*), para analisar se a distância à linha tem ou não alguma influência.

### MÉTODOS DE RECOLHA DE DADOS

A avaliação de efeitos de exclusão deve ser dirigida às espécies/populações-alvo identificadas

previamente, sendo que as mesmas correspondem essencialmente a três grupos de espécies: aves de rapina/planadoras, aves estepárias, e o grou. Assim, o tipo de métodos deve ajustar-se o mais possível à ecologia dessas espécies/grupos, no sentido de se recolher informação de campo relativa a abundância/ utilização do espaço/ confirmação de nidificação (se aplicável) em locais conhecidos, etc. De igual forma, também deverá haver uma adequação em termos de esforço e frequência de amostragem, face aos períodos de ocorrência mais importantes de cada espécie na área de estudo.

### 3.3.2 EFEITO BARREIRA

Embora as linhas elétricas nunca constituam uma barreira total para aves voadoras, uma potencial redução da conectividade (de movimentos, em voo) entre áreas bissectadas por uma nova LMAT, devido a efeito barreira pode considerar-se plausível em espécies sensíveis à presença da estrutura e com baixa agilidade de voo (Raab *et al.*, 2011).

### CRITÉRIOS PARA INCLUSÃO NO PLANO DE MONITORIZAÇÃO

Recomenda-se que o plano de monitorização deva contemplar a avaliação de efeitos barreira apenas nas situações em que se considere que a nova LMAT possa causar uma diminuição dos atravessamentos por parte de espécies ameaçadas, com baixa manobrabilidade de voo e/ou, adicionalmente, que os movimentos de atravessamento sejam regulares e envolvendo um grande número de indivíduos, como o caso do grou, no qual os movimentos entre áreas de alimentação e dormitórios são efetuados por núcleos populacionais inteiros.

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

Dada a expectável dificuldade na obtenção de controlo (que potencialmente implicaria trabalhar-se a uma escala espacial demasiado grande), deverá recorrer-se a uma abordagem *Before-After*, em que é monitorizado um ano antes da construção (“Ano Zero”) e 3 anos na fase de exploração.

### MÉTODOS DE RECOLHA DE DADOS

A avaliação de eventuais efeitos barreira poderá ser feita com recurso a sessões de observação dirigidas à espécie-alvo para quantificação e

registo (mapeamento) dos movimentos dos bandos, em voo, no atravessamento do traçado da linha em estudo (e da própria estrutura, após a sua construção), no sentido de detetar eventuais reduções na intensidade de atravessamentos entre os períodos *Before* e *After*. No caso da inclusão deste tipo de método, a sua implementação poderá integrar-se com a recolha de taxas de atravessamento para a avaliação da eficácia de dispositivos anti-colisão, incluindo a informação adicional relativamente ao comportamento de voo (ver Capítulo 3.4.2).

## 3.4 MONITORIZAÇÃO DA EFICÁCIA DOS DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

A avaliação da eficácia da sinalização deve ser efetuada através da medição dos efeitos da instalação dos dispositivos na (esperada redução da) taxa de mortalidade de aves por colisão com a LMAT, mediante a realização de prospeções de cadáveres em troços selecionados para o efeito.

Atendendo a que, por precaução, a instalação dos dispositivos anti-colisão ocorre logo aquando da construção da LMAT, a avaliação da sua eficácia terá de ser efetuada com base num desenho experimental do tipo *Control-Impact (CI)*. A esta situação acresce o facto de a escolha dos troços controlo (i.e., sem dispositivos anti-colisão) se encontrar limitada a troços da LMAT localizados fora das áreas consideradas de maior sensibilidade para a avifauna (Áreas Muito Críticas, Críticas ou Sensíveis; ver Capítulo 2.1.3.3), pelo que os mesmos

poderão não possuir exatamente as mesmas características biofísicas dos troços sinalizados.

Para colmatar estas limitações, recomenda-se que os trabalhos de prospeção de cadáveres sejam complementados com trabalhos de monitorização do atravessamento da linha pelas diferentes espécies/grupos de aves e, também, testes de remoção e detetabilidade de cadáveres. Estes últimos testes, visam acautelar eventuais diferenças, por exemplo, na comunidade de necrófagos ou de habitat/uso do solo entre os troços sinalizados e os troços controlo, sendo os respetivos fatores de correção utilizados para ajustar os valores de mortalidade observada. No caso das taxas de atravessamento, as mesmas têm o objetivo primordial de estimar a frequência de atravessamentos nas diferentes seções de linha e, por sua vez, permitir ponderar as respetivas taxas



de mortalidade pelo grau de exposição das aves à colisão nos troços sinalizados e troços controlo.

A monitorização das taxas de atravessamento permite ainda obter informação complementar sobre o efeito dos dispositivos anti-colisão no comportamento de voo das aves, ou bandos, e assim aumentar a compreensão sobre os mecanismos que levam à redução da mortalidade. Contudo, a forma como a informação comportamental é recolhida encerra em si várias limitações e potenciais enviesamentos (e.g. restrição da amostragem ao período diurno e à existência de condições favoráveis de visibilidade), pelo que a mesma nunca deve substituir a própria medição dos efeitos diretos da sinalização na mortalidade, que deve ser o parâmetro central na avaliação da eficácia dos dispositivos.

### 3.4.1 PROSPEÇÃO DE CADÁVERES DE AVES

Atendendo a que a avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão decorre em paralelo com o objetivo base do programa de monitorização (i.e., de quantificar a mortalidade de aves associada à LMAT), a definição dos troços a prospectar e respetiva frequência de amostragem deverá ser feita por forma a servir ambos os objetivos, otimizando sempre que possível os trabalhos no campo mas garantindo que o esforço mínimo de amostragem pré-estabelecido para cada objetivo é cumprido.

#### TROÇOS A AMOSTRAR

Para efeitos de avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão, deverão ser amostrados troços da LMAT

De salientar que a estimação dos fatores de correção associados à remoção e detetabilidade de cadáveres também apresenta limitações metodológicas (e.g. restrições no número e tipo de cadáveres de aves utilizados nos testes), podendo ser responsáveis por enviesamentos acrescidos nas estimativas de mortalidade. Por essa razão, no caso de serem realizados **estudos desenhados especificamente para avaliar a eficácia de dispositivos anti-colisão** (i.e., fora do contexto de AIA), recomenda-se que o desenho experimental adotado seja do tipo *Before-After Control-Impact* (BACI). No Anexo 6 encontram-se sumarizadas as principais recomendações ao nível do delineamento destes estudos e identificadas as mais-valias/ limitações metodológicas dos diferentes desenhos experimentais.

sinalizados e troços controlo (abordagem CI), devendo a seleção dos mesmos seguir os seguintes critérios:

- **Troços Sinalizados** – troços da LMAT localizados dentro das áreas consideradas de maior sensibilidade para a avifauna (Áreas Muito Críticas, Críticas e/ou Sensíveis). As prospeções deverão abranger a maior extensão possível destes troços da LMAT, garantindo a cobertura adequada dos diferentes “tratamentos” presentes<sup>1</sup>.
- **Troços Controlo** – troços da LMAT localizados fora das áreas consideradas de maior sensibilidade para a avifauna (i.e., troços não sinalizados). Os

<sup>1</sup> Para efeitos da avaliação global da eficácia dos dispositivos anti-colisão, consideram-se “tratamentos” diferentes as situações em que a LMAT foi sinalizada com dispositivos diferentes (i.e., espirais duplas ou FireFly/Fitas), independentemente do espaçamento entre os mesmos.

troços selecionados devem ser, o mais possível, representativos das características biofísicas presentes nos troços sinalizados, devendo a extensão total prospetada nunca ser inferior a 2 Km.

### PERÍODOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

Os trabalhos de prospeção de cadáveres devem ter início aquando da entrada em exploração / sinalização da LMAT e estender-se por um período não inferior a 3 anos. Dentro de cada período anual, recomenda-se uma frequência de amostragem igual à adotada para efeitos de monitorização da mortalidade associada à LMAT

(ver Capítulo 3.2.1). Assim, nos troços controlo deverá ser implementado o protocolo Standard de prospeção de cadáveres, composto apenas por visitas “base”; enquanto que nos troços sinalizados deverá ser implementado um protocolo Intensivo, portanto com maior esforço de amostragem, devido à realização de prospeções “adicionais” (cumulativamente às prospeções “base”).

### FAIXA E MÉTODO DE PROSPEÇÃO

No que respeita à faixa e método de prospeção deverá ser adotada a metodologia descrita no Capítulo 3.2.1.

## 3.4.2 AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE ATRAVESSAMENTO

### TROÇOS A AMOSTRAR

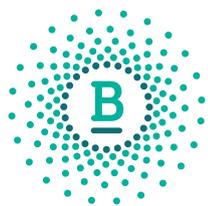
A avaliação das taxas de atravessamento da LMAT por aves deve basear-se na contagem visual, a partir de pontos fixos de observação, do número de aves que cruzam uma secção de linha elétrica de extensão conhecida (normalmente um vão).

A partir dos pontos de observação deverá ser possível cobrir uma extensão coincidente e representativa (em termos biofísicos) das secções da LMAT prospetadas para efeitos de avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão (ver Capítulo 3.4.1). Concretamente, deverá ser garantido o seguinte esforço mínimo de amostragem:

- **Troços Sinalizados** – No mínimo, 3 pontos de observação por “tratamento”, i.e., troços sinalizados com dispositivos anti-colisão diferentes;

- **Troços Controlo** – No mínimo, 3 pontos de observação em secções não sinalizadas, idealmente coincidentes com os troços Controlo previamente selecionados para efeitos de prospeção de cadáveres.

Para facilitar a observação dos atravessamentos, os pontos de observação devem, sempre que possível, ser posicionados no início de um vão. Assume-se que, a partir desse ponto de observação (com boas condições de visibilidade e recurso a binóculos), cada observador consegue monitorizar adequadamente, pelo menos, 400 m de linha (a extensão média de 1 vão) para aves de pequeno porte e, pelo menos, 800 m de linha (extensão média equivalente a 2 vãos) para aves de médio-grande porte (aproximadamente o tamanho de columbiforme ou superior; ver detalhes no Anexo 4). O número de vãos cobertos por cada ponto



dependerá, contudo, da orografia do terreno e habitats presentes, assim como da extensão dos próprios vãos, pelo que o número e localização dos pontos de observação a realizar poderá ser ajustado caso a caso, por forma a garantir a amostragem de uma extensão que se considera mínima por “tratamento”/ controlo, nomeadamente, pelo menos, 1 km para aves de pequeno porte e, pelo menos, 2 Km para aves de médio-grande porte.

### PERÍODOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

As campanhas de amostragem devem abranger as 4 épocas do ano<sup>1</sup> e coincidir, idealmente, com os períodos em que os trabalhos de prospeção de cadáveres estão a decorrer. Em cada época, cada ponto de observação deverá ser visitado 3 vezes, mais concretamente uma vez em cada um dos principais períodos do dia: manhã (entre o nascer-do-sol e as 11h), meio-do-dia (11h-15h) e tarde (15h até ao pôr-do-sol) – de forma a que a

amostragem em cada ponto seja representativa das oscilações ao longo do dia na intensidade de voo das aves. A título de exemplo, na Tabela 10 encontra-se esquematizada a forma como as visitas aos pontos de observação, dentro de uma mesma época, podem ser distribuídas ao longo de duas saídas de campo.

Os pontos de observação devem ser realizados em condições meteorológicas favoráveis (ausência de vento forte e chuva), por forma a maximizar a capacidade de deteção das aves pelos observadores.

### MÉTODO DE AMOSTRAGEM

Cada ponto fixo de observação deverá ter a duração de 1 hora. Durante esse período, o observador deverá registar, com auxílio de binóculos, os movimentos de atravessamento da linha de todas as aves no vão mais próximo do ponto (i.e., até uma distância

**TABELA 10 Exemplo de calendarização das amostragens nos pontos de observação dentro de uma mesma época (Período do dia: M - manhã; MD - meio-do-dia; T - tarde).**

Troço da LMAT	Ponto de observação	Saída de campo # 1			Saída de campo # 2			Esforço de amostragem (por época)
		M	MD	T	M	MD	T	
Sinalizado	PT01	✓	-	-	-	✓	✓	3h
	PT02	✓	✓	-	-	-	-	3h
	PT03	-	✓	✓	✓	-	-	3h
Controlo	PT04	-	✓	✓	✓	-	-	3h
	PT05	-	-	✓	✓	✓	-	3h
	PT06	✓	-	-	-	✓	✓	3h
<b>Esforço total de amostragem</b>		<b>9h</b>			<b>9h</b>			<b>18h</b>

<sup>1</sup> Consideram-se “épocas do ano”, genericamente, as quatro principais épocas fenológicas das aves, definidas no Capítulo 3.2.1.2.

aproximada de 400 m) e apenas movimentos de aves de médio-grande porte no vão seguinte (i.e., até uma distância aproximada de 800 m).

Para cada movimento de atravessamento, de um indivíduo ou bando da mesma espécie, deverá ser compilada a informação listada na Caixa 3.

### 3.4.3 TESTES DE REMOÇÃO E DETETABILIDADE DE CADÁVERES

Os fatores de correção da mortalidade observada nos troços sinalizados e nos troços controlo devem, sempre que possível, ser calculados a partir dos dados recolhidos nos testes de detetabilidade e remoção de cadáveres realizados no âmbito do objetivo geral de monitorização da mortalidade de aves associada à LMAT (ver Capítulo 3.2).

No caso dos testes de remoção, a utilização destes dados requer, no entanto, cuidados extra aquando do delineamento dos testes de campo, sendo importante garantir a representatividade e robustez dos dados recolhidos dentro dos troços sinalizados e respetivos troços controlo. Mais concretamente, em cada campanha de testes, deverá ser assegurada a colocação de, pelo menos, 20 cadáveres de cada classe de tamanho, em cada uma das duas principais categorias de troços (sinalizados *versus* controlo). Os locais de colocação de cada cadáver deverão ser selecionados de forma aleatória, mas representativa dos principais habitats presentes em cada uma destas principais categorias de troços. No caso dos testes de remoção, os locais

devem estar ainda distanciados entre si, no mínimo, de 100 m, de forma a garantir a não saturação da área com cadáveres. Caso não seja possível garantir a amostra mínima por categoria de troço (cumprindo os limites de distância entre cadáveres), sugerem-se duas alternativas: (1) colocação dos cadáveres noutros troços da LMAT não sinalizados (i.e., fora dos troços controlo), desde que esses locais possuam habitats/condições biofísicas equivalentes; (2) desfasamento, no tempo, da colocação dos cadáveres dentro dos troços controlo.

No caso dos testes de detetabilidade, não se considera necessário qualquer ajuste ao desenho experimental definido no âmbito do objetivo geral de monitorização da mortalidade (Capítulo 3.2.2.3), uma vez que o fator de correção determinado para cada tamanho de modelo/cadáver em cada classe de visibilidade do solo poderá ser aplicado a todas as situações em que esses dois parâmetros sejam conhecidos, independentemente de serem troços sinalizados ou controlo.



Dados a recolher para a avaliação das taxas de atravessamento

Caixa 3

A avaliação da frequência de atravessamento da linha por aves deverá ser efetuada através de pontos fixos de observação. Para cada movimento de atravessamento, de um ou mais indivíduos da mesma espécie em simultâneo, deverá ser registada a seguinte informação:

- i. Data, hora e nome do observador;
- ii. Referência do ponto de observação;
- iii. Referência do vão atravessado;
- iv. Nº de indivíduos;
- v. Espécie, idade e sexo do(s) indivíduo(s);
- vi. Altura de voo, aquando do cruzamento da linha:
  - Classe I: Entre o solo e 5 m abaixo dos cabos condutores;
  - Classe II: Entre os cabos condutores e/ou de guarda (incluindo margem de 5 m acima e abaixo dos mesmos, respetivamente);
  - Classe III: Entre 5 m acima dos cabos de guarda e uma altura superior a 25 m;
  - Classe IV: Superior a 25 m acima dos cabos de guarda.
- vii. Comportamento, perante a linha elétrica:
  - Sem alteração aparente de comportamento (i.e., altura e/ou direção do voo);
  - Ajuste da altura e/ou direção de voo;
  - Desistência de atravessamento;
  - Colisão;
  - Pousado nos cabos ou apoios da linha (especificar qual).

### 3.4.4 ESTIMATIVA DA EFICÁCIA DOS DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

A avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão deverá basear-se na quantificação da redução (ou não) da mortalidade de aves nos troços sinalizados da LMAT (comparativamente com os troços controlo), através os seguintes passos:

**1. DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE MORTALIDADE ESTIMADA (TME)** – cálculo, em separado, para os troços sinalizados<sup>1</sup> e troços controlo, da Taxa de Mortalidade Estimada (nº médio estimado de aves mortas/ km; ver Capítulo 3.2.3). Por forma a

garantir a comparabilidade das TME obtidas para os troços sinalizados e controlo, o cálculo das mesmas deve apenas incluir os dados recolhidos nas visitas “base”, uma vez que ambos os protocolos (*Standard* e *Intensivo*) contêm este tipo de visitas, e portanto asseguram a mesma frequência de amostragem e cobertura dos períodos do ano.

**2. DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE ATRAVESSAMENTO DE AVES** – cálculo, em separado, para os troços sinalizados e troços

<sup>1</sup>Sempre que aplicável, o cálculo dos diferentes parâmetros deve ser feito por tipo de “tratamento”, i.e., em separado para troços sinalizados com espirais duplas e troços sinalizados com FireFlies/ Fitas.

controlo, do número médio de aves que atravessam a linha / Km / hora, tendo em atenção a extensão de linha eficazmente amostrada para aves de pequeno e de médio-grande porte (a partir dos diferentes pontos de observação). No cálculo deste parâmetro devem ser incluídos todos os movimentos de aves registados durante os pontos de observação, com exceção dos movimentos a uma altura de voo superior a 25 m acima dos cabos de guarda (i.e., excluir apenas a classe IV; ver Caixa 3).

### 3. ESTIMAÇÃO DA EFICÁCIA DOS DISPOSITIVOS

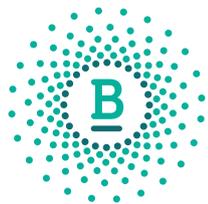
**ANTI-COLISÃO** – cálculo da redução, em percentagem, do Risco relativo de colisão de aves (TME / Taxa de atravessamento) nos troços sinalizados por comparação com os troços controlo, através da seguinte fórmula:

*Eficácia (redução da mortalidade, em %)*

$$= \left[ 1 - \frac{TME_{\text{Sinalizado}} / Tx.Atrav._{\text{Sinalizado}}}{TME_{\text{Controlo}} / Tx.Atrav._{\text{Controlo}}} \right] \times 100$$

A estimação da eficácia dos dispositivos deverá ser determinada, por defeito, para a comunidade de aves no seu todo e considerando a totalidade das campanhas de amostragem realizadas. Contudo, e mediante o foco principal do programa de monitorização / volume de dados obtido, a eficácia poderá também ser aferida para um período temporal específico, para um determinado grupo taxonómico e/ou espécie-alvo. De ressaltar que, esta última análise (embora considerada mais fina) só será apropriada para espécies (ou grupos de espécies) para as quais exista informação de mortalidade e de atravessamentos da LMAT em simultâneo e em volume suficiente, de forma a garantir a robustez dos valores de eficácia estimados.

Complementarmente à avaliação dos efeitos diretos da sinalização na mortalidade, deverá ser efetuada uma **caracterização do comportamento de voo das aves** nos troços sinalizados, em comparação com os troços controlo, nomeadamente através da avaliação da frequência relativa de atravessamentos: (1) sem alteração do comportamento de voo, (2) com alteração da direção e/ou altura de voo (e em que sentido), ou (3) em que houve uma desistência por completo do atravessamento.



### 3.4.5 MONITORIZAÇÃO DA DURABILIDADE DOS DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

Complementarmente à avaliação do efeito da sinalização na mortalidade de aves, deverá proceder-se à caracterização da intensidade da sinalização e avaliação do estado de conservação dos dispositivos anti-colisão, já que podem comprometer a eficácia da medida de minimização a curto-médio prazo. Através de observação direta, deverão ser avaliados os seguintes parâmetros:

- **Intensidade** – Número de dispositivos instalados em cada vão, nos diferentes níveis de sensibilidade da área atravessada, e correspondente cálculo do espaçamento médio (em metros) entre dispositivos (em cada cabo de guarda e em perfil);
- **Durabilidade** – Degradação da cor dos dispositivos (relativamente à original), no caso das espirais de cor laranja/vermelho, e da sua funcionalidade, no caso dos Firefly rotativos.

Nesse caso (Firefly rotativos), as categorias de registo devem ser:

- Sem anomalias;
- Perda de rotação, mas sem queda ou qualquer tipo de encavalitamento da placa;
- Encavalitamento da placa, sob o cabo de guarda (i.e., perda completa da mobilidade);
- Queda da placa.

Deverá ser reportado o número de anomalias detetadas, de cada tipo, face ao número total de dispositivos instalados inicialmente, e efetuado um cruzamento desta informação com os resultados da eficácia da sinalização, ao nível da redução (ou não) das taxas de mortalidade em cada vão (Capítulo 3.4.4).

Os locais e frequência de amostragem recomendados para cada um dos parâmetros encontram-se sumarizados na Tabela 11.

**TABELA 11 Locais e frequência de amostragem para efeitos de avaliação da intensidade de sinalização e durabilidade dos dispositivos anti-colisão.**

Parâmetro	Troços a amostrar	Frequência
Intensidade da sinalização	Toda a extensão sinalizada da LMAT	Início da monitorização (da eficácia dos dispositivos)
Durabilidade dos dispositivos	Apenas troços Sinalizados que foram selecionados para avaliação da eficácia dos dispositivos*	<b>Espirais duplas:</b> no final dos 3 anos de monitorização; <b>Firefly rotativos / Fitas:</b> anualmente, durante a monitorização

\* Caso seja detetado um número elevado de anomalias, deverá ser equacionada a necessidade de averiguar este parâmetro para toda a extensão sinalizada da LMAT.

MANUAL PARA A MONITORIZAÇÃO DE IMPACTES  
DE LINHAS DE MUITO ALTA TENSÃO SOBRE A AVIFAUNA  
E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

---



# 4.

## Implementação e monitorização de medidas compensatórias



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



## 4. IMPLEMENTAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

### 4.1 ENQUADRAMENTO NA DIRETIVA HABITATS (92/43/CEE)

No âmbito do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro e posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 156-A/2013, de 8 de novembro (que transpõe para o direito interno as Diretivas Aves e Habitats), para a autorização de projetos cujas conclusões da avaliação de incidências ambientais seja negativa, está prevista a possibilidade de aplicar medidas compensatórias que assegurem a proteção da coerência global da Rede Natura 2000, se cumpridos os dois requisitos seguintes: ausência de alternativa e reconhecimento de interesse público.

Neste contexto, as medidas compensatórias são ações que devem proporcionar uma compensação que corresponda aos efeitos negativos provocados nas espécies ou habitats, de forma a manter a integridade do sítio e a coerência global da Rede Natura 2000 (ICNB, 2010; CE, 2018).

Estas medidas são entendidas como o “último recurso”, na sequência da identificação de impactes negativos na integridade de um sítio da Rede Natura 2000 e que subsistem para além da aplicação de todas as medidas de minimização passíveis de mitigar esses impactes (ICNB, 2010). A sua definição só pode ser ponderada após uma decisão final desfavorável em relação à aprovação de um dado

projeto e não podem ser utilizadas como forma de contornar o resultado negativo da “avaliação adequada” (definida pelo artigo 6º da Diretiva Habitats).

A responsabilidade da implementação destas medidas é do promotor da ação, plano ou projeto, devendo estas ser focalizadas nos habitats e/ou populações de espécies suscetíveis de serem afetados e nos efeitos que o projeto conduzirá sobre os mesmos.

As medidas de compensação devem ser estabelecidas em função de uma correta avaliação da situação de referência existente e da natureza exata e magnitude dos efeitos negativos que subsistem após a aplicação das medidas de evitamento e minimização dos impactes do projeto em causa. Estas devem ser especificamente dirigidas aos efeitos negativos e não minimizáveis, decorrentes do projeto, sobre a integridade do sítio da Rede Natura 2000 em causa e a coerência global da Rede Natura 2000, ou sobre o estado de conservação das populações das espécies abrangidas pelos Artigos 11º e 12º do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril.

As medidas de compensação devem visar os habitats e as espécies negativamente afetadas em proporções comparáveis, em termos de superfície

e efetivo populacional, às da afetação em causa. No entanto, o rácio entre a compensação e a afetação deve ser estabelecido caso a caso e determinado em função da informação obtida no decurso da avaliação de incidências ambientais ou em estudos complementares, de forma a assegurar os requisitos mínimos necessários para alcançar a funcionalidade ecológica perdida. Este rácio deverá em geral ser superior a 1:1, exceto se se demonstrar que as medidas serão 100% eficazes para o restabelecimento dos valores afetados.

As medidas de compensação devem ir para além das medidas necessárias à proteção e gestão dos sítios da Rede Natura 2000 e das obrigações estabelecidas na legislação comunitária (por exemplo, a aplicação de um plano de gestão, ou a proposta/designação de uma nova zona, já identificada como de importância comunitária, constituem medidas “normais” de atuação das autoridades do Estado-Membro).

## 4.2 CONTEXTOS DE FORMULAÇÃO DAS MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

As medidas compensatórias podem vir explicitadas (i) no Estudo de Impacte Ambiental (EIA) ou Estudo de Incidências Ambientais (EInCA), caso em que foram propostas pelo proponente; ou (ii) no processo de Parecer Final e emissão da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) ou da Decisão de Incidências Ambientais (DInCA), no qual a autoridade de AIA pode prever medidas

adicionais de minimização ou compensação. O projeto de execução está sujeito à verificação de conformidade ambiental com a DIA sempre que o procedimento de AIA ocorra em fase de estudo prévio ou de anteprojecto. Neste contexto, as medidas compensatórias virão indicadas no Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE), apresentado pelo proponente.

## 4.3 TIPOLOGIAS DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

As medidas compensatórias devem focalizar-se nos habitats e espécies afetados negativamente pelo projeto. Podem ser de diferentes tipos:

**Proteção de habitats** – Ações com vista a manutenção de áreas com habitats em bom estado de conservação/ apropriados às espécies-alvo das medidas. Podem

incluir, entre outras, a interdição de alterações do uso do solo nestes locais ou criação de aceiros para minimizar o risco de incêndio destas áreas.

**Melhoramento e restauro de habitats** – Ações que assegurem recuperação do estado de conservação de habitats degradados. Podem incluir plantações de



espécies de plantas autóctones, desbastes seletivos (por exemplo para a remoção de espécies exóticas invasoras), gestão do pastoreio, etc. Podem ainda ser implementadas medidas com vista à recriação de habitats em locais onde eles foram destruídos.

### **Fomento de recursos tróficos/áreas de alimentação**

– Ações com vista a aumentar a disponibilidade alimentar para uma espécie afetada. Podem consistir em: (i) ações dirigidas ao fomento das presas das espécies afetadas, sempre que possível presas selvagens em detrimento de fontes de alimento antrópicas, (ii) ações de fomento de alimentos de origem vegetal para espécies-alvo (e.g. sementeiras de leguminosas para aves estepárias), (iii) disponibilização de bebedouros e comedouros.

### **Fomento de refúgios/locais de reprodução**

– Ações dirigidas a espécies-alvo ou às presas dessas espécies, de forma a promover locais de refúgio e reprodução. Exemplos já existentes incluem: (i) a instalação ou recuperação de pombais (para aumentar populações desta presa para a águia-perdigueira); (ii) instalação de maroços (locais de abrigo e reprodução de coelho-bravo *Oryctolagus cuniculus*); (iii) criação de charcas (como área de refúgio/dormitório para grou); (iv) disponibilização de plataformas de nidificação (para águia-perdigueira) (v) diminuição da pressão cinegética sobre espécies-presa (e.g. coelhos ou perdizes) em áreas com potencialidades elevadas para estas espécies e que sirvam de refúgio às mesmas.

**Reforço populacional/reintroduções** – Ações dirigidas sobretudo a espécies-presa (e.g. coelhos e perdizes), por forma a reforçar a dimensão das

suas populações. Consistem na translocação de indivíduos de outros locais e sua libertação na área do projeto para aumentar os efetivos populacionais nas áreas de alimentação das espécies-alvo (grandes águias em particular). O recurso a esta medida requer que seja previamente avaliada a disponibilidade de alimento, de forma a fundamentar a pertinência dessa opção. São geralmente acompanhadas de ações de controlo sanitário para monitorizar a ocorrência de doenças e condição corporal dos indivíduos.

**Redução da perturbação antropogénica** – Ações de redução do nível de perturbação sobre as espécies-alvo. Estas medidas podem ser particularmente importantes na envolvimento de locais de reprodução ou de refúgio destas espécies e consistem sobretudo na redução da acessibilidade a estes locais-chave.

**Redução do risco de mortalidade antropogénica** – Ações de diferentes tipos que pretendem reduzir o risco de mortalidade antropogénica. Podem incluir, entre outras: (i) restrição da atividade cinegética; (ii) ações de gestão agrícola (e.g. evitar o corte de searas durante a época de reprodução); (iii) ações com vista a reduzir o risco de colisão/eletrocussão em estruturas de transporte e distribuição de energia ou estradas.

Embora a designação de novos sítios Rede Natura 2000 possa integrar-se num esquema compensatório ao abrigo do n.º 4 do artigo 6.º da Diretiva Habitats, as designações em si mesmas são insuficientes, devendo ser acompanhadas por medidas adicionais (ICNB, 2010; CE, 2018). Também os pagamentos a entidades ou a fundos especiais, independentemente de estarem ou não

associados a projetos no domínio da conservação da natureza, bem como a realização de estudos não são medidas de compensação adequadas no contexto do artigo 10º do Decreto-Lei n.º 140/99 (ICNB, 2010; CE, 2018).

Os meios mais frequentemente utilizados para operacionalização das medidas compensatórias incluem:

- Aquisição de terrenos;
- Aquisição de direitos sobre terrenos;
- Contratualização de medidas de gestão de habitat com os proprietários, usufrutuários ou arrendatários dos terrenos em causa;
- Incentivo a atividades económicas que sustentam funções ecológicas chave;
- Ações de sensibilização junto de determinados grupos-alvo (e.g. caçadores ou agricultores);
- Estabelecimento de parcerias com entidades locais/regionais, para fins específicos.

## 4.4 CRITÉRIOS PARA O DESIGN / IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

O *design*/programa de implementação das medidas deve ter em conta, entre outros, os seguintes aspetos:

- Deve ser articulada a sua implementação entre a autoridade de conservação da natureza e o proponente do projeto;
- As medidas devem ser desenhadas em função do tipo de impacte previsto e focalizar-se nos valores da Rede Natura 2000 afetados pelo projeto (princípio da compensação orientada). Por isso, devem ser definidos objetivos claros, com justificação (e.g. percentagem de uma população de espécie protegida afetada), metas (e.g. quantos hectares de *habitat* se pretende recuperar) e indicadores de realização quantificáveis;
- Garantir a viabilidade técnica e financeira das medidas a aplicar;
- Selecionar a localização geográfica mais apropriada para os objetivos das medidas, preferencialmente dentro do sítio da Rede Natura 2000 afetado pelo projeto;
- Adequar o cronograma de implementação das medidas às particularidades das espécies/habitats a promover;
- Incluir, quando apropriado, fases de informação e/ou consulta ao público;
- Incluir um programa de monitorização da implementação das medidas, com base em



indicadores de progresso definidos, e paralelo ao programa de monitorização da sua eficácia (ver abaixo);

- Prever alterações ao programa de implementação das medidas em função do nível de eficácia das medidas implementadas (por forma a alterar as medidas em conformidade), bem como da identificação de impactes significativos (não previstos em fase de AIA) sobre outras espécies que não foram alvo de medidas. Estas alterações devem ser sugeridas pelo promotor.

No caso de diferentes projetos de LMAT estarem concentrados numa região geográfica em concreto, atendendo aos potenciais efeitos cumulativos decorrentes da sua concentração espacial, é aconselhável o design de medidas de compensação integradas a uma escala geográfica mais alargada do que a que respeita a cada linha, por forma a assegurar a coordenação das medidas de compensação de cada projeto sem redundâncias ou efeitos contraditórios entre elas. Esta abordagem simplifica ainda o processo de gestão das mesmas no terreno e facilita a sua monitorização e a aferição da sua eficácia, reduzindo naturalmente o custo associado à sua execução.

## 4.5 MONITORIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO E DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

Nos programas de monitorização das medidas compensatórias deverão, em primeiro, ser claramente identificados os objetivos das medidas, bem como indicadores que permitam monitorizar o seu estado de execução e avaliar a sua eficácia. Deve ser, por isso, bem diferenciada a monitorização da implementação das medidas (acompanhamento dos trabalhos de intervenção em fase de execução) da avaliação da sua eficácia (i.e., se as medidas adotadas tiveram os resultados esperados).

Outro aspeto a considerar aquando da avaliação da eficácia de uma medida é a distinção entre os efeitos diretos da ação (e.g. se houve incremento da população de uma espécie-presa) e os efeitos indiretos (e.g. se o sucesso reprodutor da águia aumentou). Por exemplo, quando se pretende

aumentar a população de uma espécie-presa, a eficácia da medida deve ser avaliada através da monitorização desta população (efeito direto). O ponto anterior não descarta a necessidade de se monitorizar o estado de conservação da espécie-alvo (e.g. monitorizar se o ninho do casal da águia alvo final das medidas se manteve ocupado), que é o objetivo último das ações de conservação. No entanto, o resultado (positivo ou negativo) dessa monitorização não pode ser exclusivamente atribuído às ações implementadas, uma vez que a dinâmica populacional da espécie-alvo depende não só das medidas compensatórias implementadas, mas de muitos outros fatores não imputáveis ao promotor de um projeto. Há, no entanto, situações em que a avaliação da eficácia de uma medida se pode medir diretamente através da monitorização

da população da sua espécie-alvo (e.g. monitorizar a densidade de sisoões em parcelas agrícolas alvo de intervenções para melhoria do habitat, ou avaliar a utilização de charcas ou plataformas para ninhos pela espécie-alvo). Desta forma, a formulação das medidas compensatórias deve ser feita de forma clara, tendo em conta os resultados previstos pelo projeto, por forma a perceber-se qual o objetivo das ações a desenvolver. Dada a grande diversidade de medidas compensatórias possíveis, torna-se difícil definir recomendações para um programa genérico de monitorização, em particular no caso da avaliação da eficácia. No caso da monitorização

da execução das medidas, o princípio será o da avaliação regular da “distância” a que se está dos objetivos a atingir, tendo em conta o cronograma das ações definido (e.g. que percentagem do número total de comedouros foi construída, que percentagem do total de hectares foi gerido, etc.). Num contexto de avaliação da eficácia das medidas recomenda-se o recurso a abordagens experimentais mais robustas (e.g. BACI ou BAIG, em detrimento de CI ou IG, ver Anexo 2). A Tabela 12 resume os objetivos e exemplos de possíveis indicadores (de execução e de resultado) de alguns tipos de medidas compensatórias.

**TABELA 12 Exemplos de indicadores de execução e de resultados para diferentes tipos de medidas compensatórias.**

Objetivo	Exemplos de indicadores
Proteção de habitats	<p><b>Execução da medida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N<sup>o</sup> de hectares geridos/protegidos</li> <li>• Km de aceiros criados</li> <li>• Km de vedações instaladas</li> </ul> <p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidade de vegetação autóctone</li> <li>• Abundância de espécies-alvo nas parcelas protegidas</li> <li>• Área das parcelas de habitat</li> </ul>
Restauro de habitats	<p><b>Execução da medida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N<sup>o</sup> de hectares restaurados</li> <li>• N<sup>o</sup> indivíduos plantados</li> <li>• N<sup>o</sup> de herbívoros introduzidos/removidos</li> </ul> <p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• % de sobrevivência de plantas em ações de plantação</li> <li>• Densidade de plantas</li> <li>• Intensidade de pastoreio</li> <li>• Intensidade de utilização da área pela espécie-alvo</li> </ul>

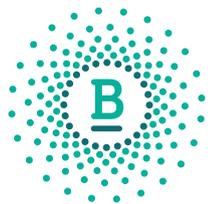


TABELA 12 (CONT.) Exemplos de indicadores de execução e de resultados para diferentes tipos de medidas compensatórias.

Objetivo	Exemplos de indicadores
Fomento de recursos tróficos/ Locais de reprodução	<b>Execução da medida:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• N<sup>o</sup> de comedouros e bebedouros</li><li>• N<sup>o</sup> de hectares com culturas para fauna</li></ul> <b>Resultados:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidade populacional de espécies-presa</li><li>• Quantidade de recursos tróficos vegetais (e.g. densidade de sementes)</li><li>• Intensidade de utilização da área pela espécie-alvo</li></ul>
Reforço populacional/ Re-introduções	<b>Execução da medida:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• N<sup>o</sup> de ações</li><li>• N<sup>o</sup> de indivíduos introduzidos</li></ul> <b>Resultados:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidade populacional da espécie-alvo</li></ul>
Redução da perturbação antropogénica	<b>Execução da medida:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• N<sup>o</sup> de ações implementadas</li><li>• Área com restrição de perturbação</li></ul> <b>Resultados:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidade populacional da espécie-alvo</li><li>• Intensidade de utilização da área pela espécie-alvo</li></ul>
Redução da mortalidade antropogénica	<b>Execução da medida:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• N<sup>o</sup> de ações implementadas</li><li>• Área com restrição de perturbação</li></ul> <b>Resultados:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidade populacional da espécie-alvo</li><li>• N<sup>o</sup> de animais mortos</li></ul>





# 5.

## Orientações para a elaboração dos relatórios de monitorização



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



## 5. ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE MONITORIZAÇÃO

A estrutura e conteúdo dos Relatórios de Monitorização encontra-se estabelecida na Portaria n.º 395/2015, de 4 de Novembro.

Os relatórios anuais ou finais devem ser elaborados de forma a: (i) apresentar os resultados do programa de monitorização, quantificando os efeitos negativos do projeto; (ii) informar sobre a eficácia das medidas de minimização; e (iii) apresentar os resultados do programa de implementação e monitorização de medidas compensatórias. Mediante os resultados obtidos poderão ser propostos ajustes ou medidas de gestão adaptativa no sentido de (iv) melhorar a eficácia das medidas implementadas; (v) recomendar, se necessárias, novas medidas de minimização ou compensação, e/ou (vi) ajustar os programas de monitorização de impactes, e de avaliação da eficácia das medidas de minimização e compensação.

Os **capítulos introdutórios** do relatório deverão ter, pelo menos, a seguinte informação:

- Identificação do projeto em causa, bem como a fase (e.g. ano zero, construção e exploração) e período temporal a que se reporta o relatório;
- Descrição da LMAT em estudo: extensão, tipologia de apoios, dispositivos anti-colisão implementados (indicando a tipologia e a intensidade de sinalização);

- Descrição da área de estudo: atravessamento ou proximidade a Áreas Classificadas e/ou IBAs, principais habitats atravessados, aspetos geográficos ou topográficos relevantes, etc.;
- Antecedentes do processo de AIA/AIncA (e.g. conclusões do EIA e deliberações constantes na DIA);
- Objetivos específicos do programa de monitorização, fazendo a interligação entre os procedimentos de AIA/AIncA e Pós-avaliação. Devem ser delineados objetivos claros e identificada a sua relação com os parâmetros recolhidos e as atividades de campo desenvolvidas, que permitam avaliar os impactes da estrutura, e da eficácia das medidas de mitigação e/ou de compensação;
- Pressupostos e limitações do programa (e.g. identificação dos desenhos experimentais adotados).

A **metodologia** deverá ser objetiva, detalhada e reproduzível, e apresentar, pelo menos, a seguinte informação:

- **Parâmetros recolhidos** (explicitando a unidade de amostragem)

- **Métodos de amostragem**

- O documento deve detalhar as metodologias de recolha de dados no terreno, descrevendo as técnicas de campo e o material utilizado.

- **Locais de amostragem** (sua localização e características)

- Os locais de amostragem devem ser apresentados após a sua validação numa visita ao terreno, de forma a garantir a sua acessibilidade e a exequibilidade da amostragem, o que é particularmente relevante para as prospeções de mortalidade.
- A infraestrutura alvo de monitorização, assim como os locais de amostragem devem ser devidamente representados num mapa. Nos troços de linha a prospectar deve dar-se a indicação do nº do apoio de acordo com a numeração presente nos apoios no terreno.
- No caso da monitorização da eficácia dos dispositivos anti-colisão devem também ser explicitados o tipo de sinalizador alvo de monitorização (tipologia, dimensão, cor, fabricante, modelo, etc.) e o espaçamento entre dispositivos para cada troço de linha elétrica, após a sua identificação no terreno.
- Todos os locais de amostragem deverão ser disponibilizados no formato vetorial (*shape file*), no sistema de referencial ETRS89 PT-TM06 (EPSG 3763).

- **Frequência de amostragem**

- Deverá ser indicado o número de campanhas por época e por ano realizados para cada local de amostragem, bem como o nº de anos em que cada local foi amostrado. Tal poderá ser sumariado num calendário esquemático.
- Devem ser apresentadas e justificadas eventuais alterações ao calendário previsto para os Programas de Monitorização.

- **Análises e tratamento de dados**

- O relatório deve detalhar a forma como os dados recolhidos foram analisados, nomeadamente as técnicas estatísticas aplicadas e os seus pressupostos. Devem ser identificadas as unidades dos parâmetros analisados.

O capítulo dos **resultados** deverá incluir informação detalhada para cada uma das atividades desenvolvidas, inserida nos respetivos objetivos específicos, seguindo as recomendações apresentadas neste manual (Capítulos 3 e 4). Neste capítulo deverá constar, pelo menos, a seguinte informação:

- A quantificação de cada um dos parâmetros monitorizados, detalhando as espécies identificadas e os respetivos estatutos de conservação;
- Análise dos padrões espaço-temporais observados (e.g. mortalidade, uso espacial/exclusão, etc.);



- Quando são implementados delineamentos experimentais que implicam a amostragem em “locais tratamento” e em “locais controlo” (e.g. monitorização de efeitos de exclusão, monitorização da eficácia dos dispositivos ou monitorização das medidas de compensação), os resultados deverão ser explicitados para cada um dos tipos de locais de amostragem;
  - Indicadores de execução e indicadores de resultado para cada medida implementada (no caso das medidas compensatórias);
  - Referência a fatores externos (e.g. incêndios, condições climáticas atípicas, novas fontes de perturbação presentes na área de estudo, etc.) que possam condicionar a interpretação dos resultados e cuja análise deve ser remetida para o capítulo da discussão;
  - Os relatórios das necropsias eventualmente realizadas deverão ser anexados ao relatório de monitorização;
  - Devem ser fornecidos os dados brutos (formato excel), contendo todos os campos correspondentes às variáveis indicadas nos métodos<sup>1</sup>;
  - Os resultados com expressão espacial (e.g. localização dos cadáveres encontrados nas prospeções) devem ser igualmente fornecidos, em formato de shape file, no sistema de referencial ETRS89 PT-TM06 (EPSG 3763).
- A **discussão** deverá ser estruturada de forma a responder aos objetivos definidos para a monitorização e identificar os efeitos da LMAT e das medidas de minimização ou compensação implementadas. A análise efetuada deve ser devidamente suportada pelos resultados obtidos e apresentados no próprio relatório. Deverá incluir-se, pelo menos, uma análise dos seguintes aspetos:
- Comparação dos impactes observados *versus* previstos no EIA/EIncA, de forma a que esta análise possa ser vertida para futuros processos de AIA/AIncA;
  - Comparação dos resultados obtidos com os de outras monitorizações de linhas elétricas em território nacional ou internacional;
  - Enquadramento dos níveis de mortalidade ou dos outros impactes observados face à realidade/ estatuto das espécies a nível regional/nacional (consoante a informação disponível), aferindo eventuais impactes na viabilidade populacional. Neste contexto poderá ser necessário identificar impactes cumulativos e/ou outras fontes de ameaça às espécies em causa;
  - Avaliação global das medidas de minimização e/ ou compensação implementadas;

<sup>1</sup> Com a intenção de criar bases de dados nacionais sobre monitorização de avifauna em LMAT em contexto de Pós-Avaliação, poderão vir a ser definidos mais em detalhe (e posteriormente disponibilizados, num documento/plataforma externa ao presente manual) os formatos (e.g. campos do ficheiro excel) para fornecimento dos dados brutos, para cada tipo de informação recolhida, bem como os campos associados à informação vetorial.

- Descrição das “limitações do estudo”, nomeadamente dos constrangimentos sentidos na implementação do desenho experimental, das atividades de campo e/ou tratamento de dados, indicando as potenciais implicações nos resultados obtidos.

Mediante a análise dos resultados do programa de monitorização deverá ser ponderada a necessidade de implementação de medidas de **gestão adaptativa**, nomeadamente: (i) a proposta de ajustes ao programa de monitorização que permita, por exemplo, a obtenção de resultados conclusivos ou definir novos objetivos de

monitorização; ou (ii) poderão ser estabelecidas medidas de minimização ou compensação adicionais, de acordo com o n.º 6 do artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro: *“Em casos excecionais e devidamente fundamentados, a autoridade de AIA pode estabelecer a adoção de medidas adicionais para minimizar ou compensar impactes negativos significativos não previstos ocorridos durante a construção, exploração ou desativação do projeto e verificados em sede de pós -avaliação, devendo fazê-lo em colaboração com a entidade licenciadora ou competente para a autorização e auscultado o proponente.”*



# 6.

## Referências



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO

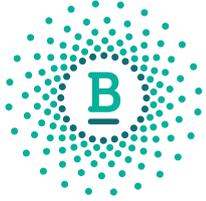


## 6. REFERÊNCIAS

---

- Alcazar, R., R. Ramos, S. Infante, P. Alves, R. Machado, J. Costa & C. Rochinha. 2018. *Protocolo Avifauna VII – Relatório final*. SPEA – Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, QUERCUS - Associação Nacional de Conservação da Natureza, LPN – Liga para a Proteção da Natureza, ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas e EDP Distribuição. Relatório não publicado.
- Anderson, M. D. 2001. *The effectiveness of two different marking devices to reduce large terrestrial bird collisions with overhead electricity cables in the eastern Karoo, South Africa*. Draft report to Eskom Resources and Strategy Division. Johannesburg. South Africa.
- APA/REN. 2008. *Guia Metodológico para a Avaliação de Impacte Ambiental das Infraestruturas da Rede Nacional de Transporte de Eletricidade*. Agência Portuguesa do Ambiente e Rede Eléctrica Nacional, S.A.
- Barrientos, R., J. C. Alonso, C. Ponce & C. Palacin. 2011. Meta-Analysis of the Effectiveness of Marked Wire in Reducing Avian Collisions with Power Lines. *Conservation Biology* 25 (5): 893-903. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011.01699.x
- Bernardino, J., K. Bevanger, R. Barrientos, J. F. Dwyer, A. T. Marques, R. C. Martins, J. M. Shaw, J. P. Silva & F. Moreira. 2018. Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation* 222: 1-13. DOI: 10.1016/j.biocon.2018.02.029
- Bernardino, J., R. C. Martins, R. Bispo & F. Moreira. 2019. Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies. *Journal of Environmental Management* 252: 109651. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109651
- Biasotto, L. D. & A. Kindel. 2018. Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review* 71: 110-119. DOI: 10.1016/j.eiar.2018.04.010
- Birdlife International. 2003. *Protecting Birds from Powerlines: a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimise any such adverse effects*. T-PVS/Inf (2003) 15. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Standing Committee, 23rd meeting. Strasbourg, 1-4 December 2003.
- Brown, R., J. Ferguson, M. Lawrence & D. Lees. 2003. *Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe: 2nd edition*. Helm Identification Guides. London, UK.

- Cabral, M.J. (coord.), J. Almeida, P.R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand d'Almeida, M.E. Oliveira, J.M. Palmeirim, A.I. Queiroz, L. Rogado & M. Santos-Reis (eds). 2005. *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- CE (Comissão Europeia). 2018. *Gestão dos Sítios Natura 2000: As disposições do artigo 6º da Diretiva Habitats (92/43/CEE)*. Comunicação da Comissão Europeia - C(2018) 7621 final. Bruxelas.
- Dalthorp, D., L. Madsen, M.M. Huso, P. Rabie, R. Wolpert, J. Studyvin, J. Simonis & J.M. Mintz. 2018. *GenEst statistical models - A generalized estimator of mortality*. USGS Techniques and Methods. DOI: 10.3133/tm7A2
- Dashnyam, B., T. Purevsuren, S. Amarsaikhan, D. Bataa, B. Buuveibaatar & G. Dutson. 2016. Malfunction Rates of Bird Flight Diverters on Powerlines in the *Mongolian Gobi*. *Mongolian Journal of Biological Sciences* 14 (1-2): 13-20. DOI: 10.22353/mjbs.2016.14.02
- ICNB. 2010. *Orientações relativas à natureza e aplicação de medidas de compensação no contexto da aplicação do Decreto-Lei n.º 140/99*. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Relatório não publicado.
- ICNF. 2019. *Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Relatório não publicado.
- Jenkins, A. R., J. J. Smallie & M. Diamond. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* 20 (3): 263-278. DOI: 10.1017/s0959270910000122
- Kohl, M. T., T. A. Messmer, B. A. Crabb, M. R. Guttery, D. K. Dahlgren, R. T. Larsen, S. N. Frey, S. Liguori & R. J. Baxter. 2019. The effects of electric power lines on the breeding ecology of greater sage-grouse. *Plos One* 14 (1): e0209968. DOI: 10.1371/journal.pone.0209968
- Lóránt, M. & C. Vadász. 2014. The Effect of Above-Ground Medium Voltage Power Lines on Displaying Site Selection of the Great Bustard (*Otis tarda*) in Central Hungary. *Ornis Hungarica* 22 (2): 42-49. DOI: 10.2478/orhu-2014-0017
- Luzenski, J., C. E. Rocca, R. E. Harness, J. L. Cummings, D. D. Austin, M. A. Landon & J. F. Dwyer. 2016. Collision avoidance by migrating raptors encountering a new electric power transmission line. *The Condor* 118 (2): 402-410. DOI: 10.1650/CONDOR-15-55.1
- Marcelino, J., F. Moreira, S. Mañosa, F. Cuscó, M. B. Morales, E. L. García de la Morena, G. Bota, J. M. Palmeirim & J.P. Silva. 2018. Tracking data of the Little Bustard *Tetrax tetrax* in Iberia shows high anthropogenic mortality. *Bird Conservation International* 28(4): 509-520. DOI: 10.1017/S095927091700051X
- Martin, G. R. & J. M. Shaw. 2010. Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead?



- Biological Conservation* 143 (11): 2695-2702. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.07.014
- Moreira, F., R. C. Martins, I. Catry & M. D'Amico. 2018. Drivers of power line use by white storks: A case study of birds nesting on anthropogenic structures. *Journal of Applied Ecology* 55 (5): 2263-2273. DOI: 10.1111/1365-2664.13149
- Pearce-Higgins, J. W., L. Stephen, R. H. W. Langston, I. P. Bainbridge & R. Bullman. 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 46 (6): 1323-1331. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x
- Pruett, C. L., M. A. Patten & D. H. Wolfe. 2009a. Avoidance Behavior by Prairie Grouse: Implications for Development of Wind Energy. *Conservation Biology* 23 (5): 1253-1259. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01254.x
- Pruett, C. L., M. A. Patten & D. H. Wolfe. 2009b. It's Not Easy Being Green: Wind Energy and a Declining Grassland Bird. *Bioscience* 59 (3): 257-262. DOI: 10.1525/bio.2009.59.3.10
- Raab, R., P. Spakovszky, E. Julius, C. Schutz & C. H. Schulze. 2011. Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population. *Bird Conservation International* 21 (2): 142-155. DOI: 10.1017/S0959270910000432
- Richardson, M. L., B. A. Wilson, D. A. S. Aiuto, J. E. Crosby, A. Alonso, F. Dallmeier & G. K. Golinski. 2017. A review of the impact of pipelines and power lines on biodiversity and strategies for mitigation. *Biodiversity and Conservation* 26 (8): 1801-1815. DOI: 10.1007/s10531-017-1341-9
- Silva, J. P., M. Santos, L. Queirós, D. Leitão, F. Moreira, M. Pinto, M. Lecoq & J. A. Cabral. 2010. Estimating the influence of overhead transmission power lines and landscape context on the density of little bustard *Tetrax tetrax* breeding populations. *Ecological Modelling* 221 (16): 1954-1963. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2010.03.027
- Stahlecker, D. W. 1978. Effect of a New Transmission Line on Wintering Prairie Raptors. *The Condor* 80 (4): 444-446. DOI: 10.2307/1367196
- Tyler, N., K.-A. Stokkan, C. Hogg, C. Nellemann, A.-I. Vistnes & G. Jeffery. 2014. Ultraviolet Vision and Avoidance of Power Lines in Birds and Mammals. *Conservation Biology* 28 (3): 630-631. DOI: 10.1111/cobi.12262

MANUAL PARA A MONITORIZAÇÃO DE IMPACTES  
DE LINHAS DE MUITO ALTA TENSÃO SOBRE A AVIFAUNA  
E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

---



# ANEXOS



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN

FCT  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

U.PORTO



## ANEXO 1 - LISTA DE SÍTIOS RAMSAR E OUTRAS ZONAS HÚMIDAS IMPORTANTES PARA A CONSERVAÇÃO DE AVES AQUÁTICAS

Lista de Sítios Ramsar e outras zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas a considerar na identificação de áreas

de maior sensibilidade para a avifauna, de acordo com os critérios da Tabela 4 (Capítulo 2.1.2).

### Sítios Ramsar relevantes para as aves aquáticas

- Ria Formosa
- Sapais de Castro Marim
- Ria de Alvor
- Paul da Tornada
- Paul do Taipal
- Paul de Arzila
- Paul de Madriz
- Lagoas de Santo André e da Sancha
- Lagoa de Albufeira
- Estuário do Tejo
- Estuário do Sado
- Estuário do Mondego
- Polje de Mira-Minde e nascentes associadas
- Paul do Boquilobo

Zonas húmidas importantes para a conservação de aves aquáticas		
<p><b>Região Sado / Alentejo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Albufeira do Pego do Altar</li> <li>• Albufeira do Alvito</li> <li>• Albufeira do Roxo</li> <li>• Albufeira do Monte da Rocha</li> <li>• Albufeira de Morgavel</li> <li>• Albufeira de Vale do Gaio</li> <li>• Albufeira de Odivelas</li> <li>• Açude do Pereiro</li> <li>• Albufeira da Aroeira</li> <li>• Lagoa dos Patos</li> <li>• Lagoa de Santo André</li> <li>• Lagoa da Sancha</li> <li>• Albufeira de Monte Novo</li> <li>• Ribeira de Moinhos</li> <li>• Estuário do Mira</li> </ul>	<p><b>Região Guadiana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcarrache Norte</li> <li>• Mourão</li> <li>• Ribeira de Lucefecit</li> <li>• Alqueva Internacional</li> <li>• Degebe</li> <li>• Alqueva</li> <li>• Estrela</li> <li>• Luz</li> <li>• Alcarrache Sul</li> <li>• Caia</li> </ul>	<p><b>Região Tejo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarilhos</li> <li>• Vale Frades</li> <li>• Bela Vista</li> <li>• Vau</li> <li>• Tarouca</li> <li>• Hortas</li> <li>• Atalaia</li> <li>• Nova</li> <li>• Paul da Barroca d' Alva</li> <li>• Vasa Sacos</li> <li>• Saragoça</li> <li>• Lagoa do Lombo</li> <li>• Mouchão da Póvoa</li> <li>• Mouchão do Lombo</li> <li>• Rio Erva</li> <li>• Reserva Integral da Reserva Natural do Estuário do Tejo</li> <li>• Coina</li> <li>• Gaio</li> <li>• Samouco</li> <li>• Ponta da Erva</li> <li>• Companhia das Lezírias</li> <li>• Praias do Tejo</li> </ul>
<p><b>Região Algarve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ria de Alvor</li> <li>• Estuário do Arade</li> <li>• Castro Marim</li> <li>• Vilamoura</li> <li>• Lagoa dos Salgados</li> <li>• Ria Formosa</li> </ul>	<p><b>Região Mondego</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paul do Taipal</li> <li>• Paul da Madriz</li> <li>• Paul de Arzila</li> <li>• Estuário do Mondego</li> <li>• Lagoa de Teixoeiros</li> <li>• Lagoa da Salgueira</li> <li>• Lagoa da Vela</li> <li>• Lagoa das Braças</li> </ul>	



## ANEXO 2 - PRINCIPAIS ABORDAGENS EXPERIMENTAIS PARA A MONITORIZAÇÃO DE IMPACTES DE LMAT NA AVIFAUNA

---

Nas páginas seguintes é apresentada uma descrição dos principais tipos de abordagem experimental para a monitorização de impactes (extra mortalidade) de LMAT na avifauna, nomeadamente:

- *Control-Impact* (CI)
- *Impact-Gradient* (IG)
- *Before-After* (BA)
- *Before-After-Control-Impact* (BACI)
- *Before-After-Impact-Gradient* (BAIG)

Para cada abordagem experimental são identificados os seus pressupostos e limitações, bem como cuidados a ter e formas de minimizar tais limitações. São ainda incluídas ilustrações gráficas que representam, de forma esquemática e simplificada, como se esperariam os resultados do parâmetro alvo de monitorização, nos cenários de ausência e de presença de impactes.

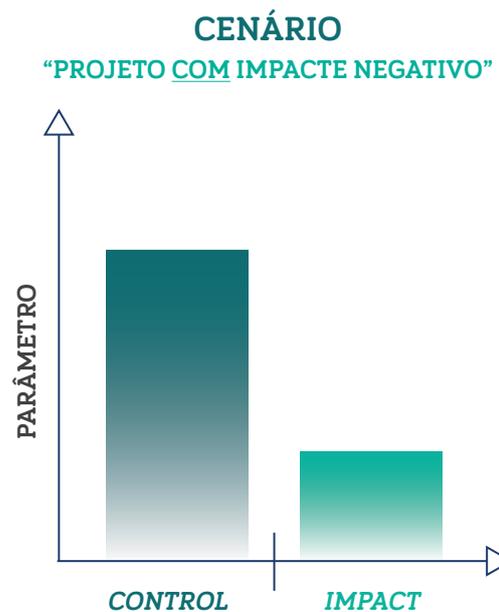
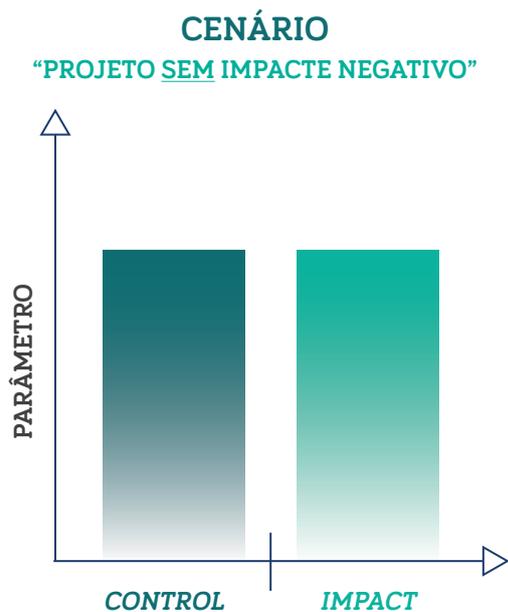
## CONTROL-IMPACT (CI)

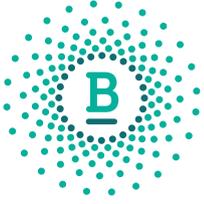
Os parâmetros alvo de monitorização devem ser medidos:

- Na área do projeto (*impact*)
- Numa ou mais áreas controlo (*control*)
- Depois da construção

Embora seja, em geral, um desenho experimental bastante limitado, poderá ser a única opção disponível quando não é possível obter dados no período anterior à construção, como por exemplo para monitorizar a eficácia de medidas de sinalização que tenham de ser aplicadas na construção. Num contexto de avaliação de impactes, este desenho experimental assume que a área do projeto e a(s) área(s) controlo são semelhantes nos fatores externos que influenciam os parâmetros a monitorizar. Caso isso não aconteça, por exemplo se a área controlo tiver maiores abundâncias de aves devido a fatores ambientais, pode não ser possível

identificar inequivocamente o efeito do projeto ou induzir em interpretações desadequadas dos resultados. Este problema poderá ser minimizado através de uma amostragem robusta e da medição de variáveis adicionais que permitam calibrar o parâmetro alvo de monitorização (ou pelo menos interpretar mais corretamente os resultados obtidos). A escolha da(s) área(s) controlo é, portanto, um fator crítico. Estas áreas devem ser selecionadas em locais afastados da área impactada pelo projeto, mas com as mesmas características ecológicas, de forma a suportarem uma comunidade avifaunística semelhante.





## IMPACT-GRADIENT (IG)

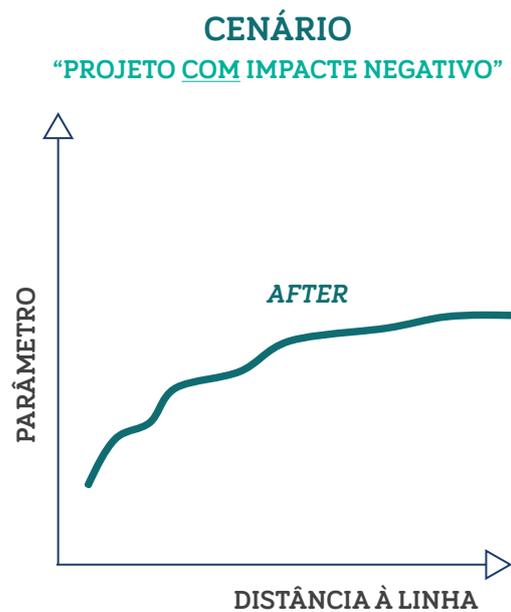
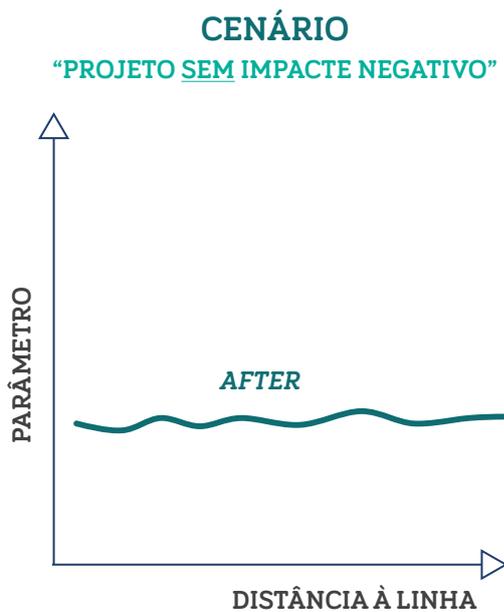
### Os parâmetros alvo de monitorização devem ser medidos:

- A diferentes distâncias da fonte de impacte (*impact gradient*)
- Depois da construção

Este desenho experimental é semelhante ao *Control-Impact*, mas considera a medição dos parâmetros alvo de monitorização num gradiente de distâncias em relação à linha, em vez da simples comparação entre control e impact. Embora apresente algumas limitações, o *Impact-Gradient* poderá ser a melhor opção quando não é possível obter dados no período anterior à construção, como por exemplo para avaliar impactes devido a efeitos de exclusão causados pelas linhas.

Este desenho experimental assume que os fatores ambientais relevantes para a abundância

e utilização do espaço pelas espécies-alvo (e.g. habitat, topografia) são constantes ao longo do gradiente de distâncias em relação à linha. Uma vez que tal pressuposto frequentemente não se verifica, pode minimizar-se o risco de interpretações incorretas de resultados ou destes serem inconclusivos através da medição de variáveis (além da distância à linha; e.g. indicadores da adequabilidade /qualidade do habitat) que possam influenciar o parâmetro principal a avaliar (e.g. abundância) e da garantia de uma amostragem o mais robusta possível.



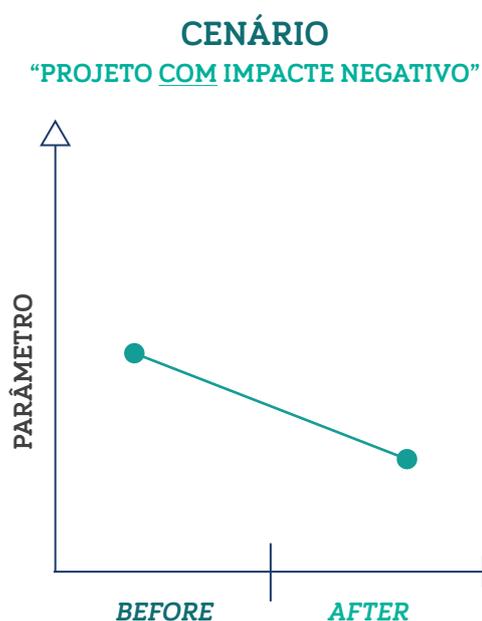
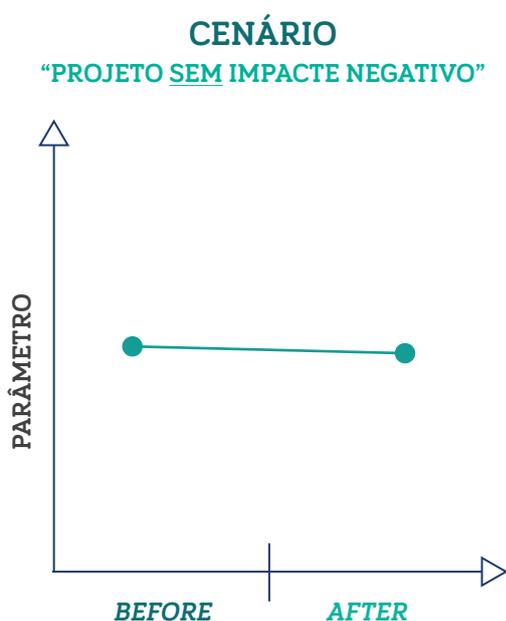
## BEFORE-AFTER (BA)

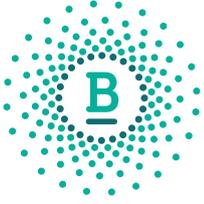
Os parâmetros alvo de monitorização devem ser medidos:

- Antes da implantação da linha - ano 0 (*before*)
- Depois da construção (*after*)
- Na área do projeto

Este desenho experimental, ao não amostrar áreas controlo, assume que não existem variações significativas entre os períodos anterior e posterior à construção da linha nos fatores exógenos ao projeto (e.g. condições climatéricas) que influenciam o parâmetro principal a monitorizar (e.g. abundância

de uma espécie alvo). Este problema poderá ser minimizado caso sejam medidas variáveis adicionais (à presença da linha) nos períodos antes e depois da construção que permitam calibrar o parâmetro em avaliação ou pelo menos evitar interpretações desadequadas dos resultados.





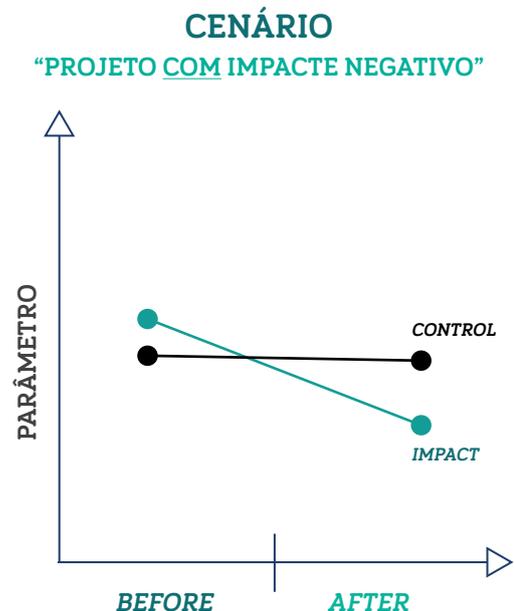
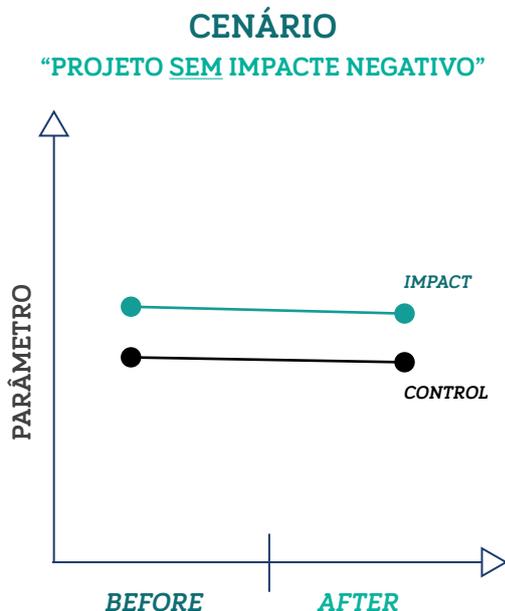
## BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT (BACI)

### Os parâmetros alvo de monitorização devem ser medidos:

- Antes da implantação da linha - ano 0 (*before*)
- Depois da construção (*after*)
- Na área do projeto (*impact*)
- Numa ou mais áreas controlo (*control*)

Este desenho experimental assume que a semelhança entre a área do projeto e a(s) área(s) controlo nos fatores externos que influenciam os parâmetros a monitorizar não varia significativamente entre os períodos anterior e posterior à construção da linha. Uma vez que contém pressupostos mais fáceis de cumprir do que os das abordagens CI e BA, considera-se a abordagem mais

robusta para efeitos de avaliação de impactos. No entanto, a escolha da(s) área(s) controlo é igualmente um fator importante. Estas áreas devem ser selecionadas em locais afastados da área impactada pelo projeto, mas com as mesmas características ecológicas, de forma a suportarem uma comunidade avifaunística semelhante. Idealmente, deve ser definida mais do que uma área controlo.



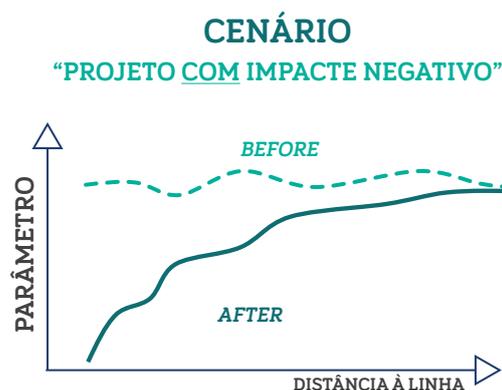
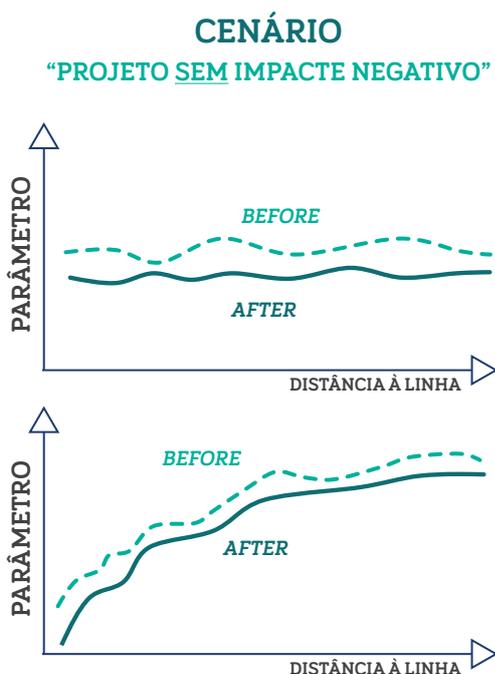
## BEFORE-AFTER-IMPACT-GRADIENT (BAIG)

### Os parâmetros alvo de monitorização devem ser medidos:

- A diferentes distâncias da fonte de impacte (*impact gradient*)
- Antes da implantação da linha - ano 0 (*before*)
- Depois da construção (*after*)

Este desenho experimental é semelhante ao *Before-After-Control-Impact*, mas considera a medição dos parâmetros alvo de monitorização num gradiente de distâncias em relação à linha, em vez da simples comparação entre control e impact (antes e depois da construção). Do ponto de vista de pressupostos, o BAIG é igualmente robusto em relação ao BACI, mas pode considerar-se o mais adequado para avaliar eventuais efeitos de exclusão devido à presença de linhas, uma vez que em teoria pode fornecer informação sobre o limiar a partir do qual existe um efeito.

No entanto, é importante ter cuidados a nível do desenho experimental, nomeadamente a garantia de cobertura de um gradiente de distâncias suficiente para se assumir, na distância máxima a não existência de influência da linha e de uma amostragem suficientemente robusta, bem como a medição de outras variáveis (e.g. indicadores da qualidade / adequabilidade do habitat para a espécie-alvo) adicionais ao parâmetro alvo de monitorização (e.g. abundância / intensidade do uso do espaço).





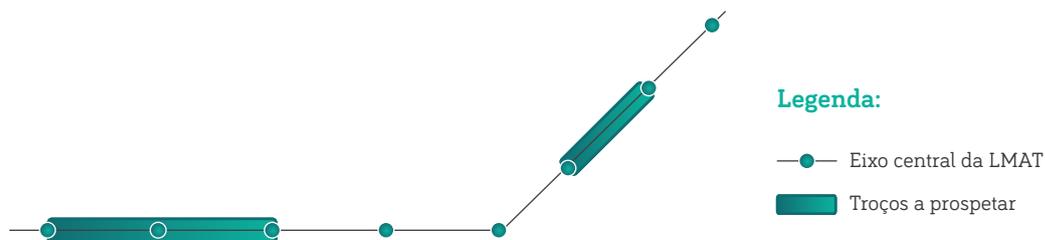
## ANEXO 3 - EXEMPLOS DE DELINEAMENTO DOS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO DE CADÁVERES

### Caso de estudo nº 1

Atravessamento de áreas de maior  
sensibilidade para a avifauna? Não

Espécie(s)-alvo / período de ocorrência: -

Troços a amostrar: 20% (da extensão total da LMAT)



Períodos e frequência de amostragem: **Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção.

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Totalidade												

Caso de estudo nº 2

**Atravessamento de áreas de maior sensibilidade para a avifauna?**

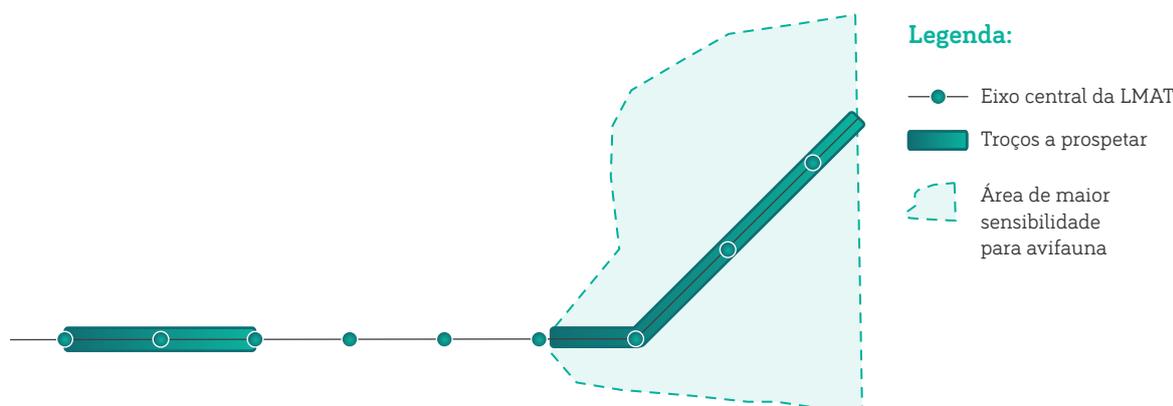
Sim

**Espécie(s)-alvo / período de ocorrência:**

Sisão (*Tetrax tetrax*) / Todo o ano

**Troços a amostrar:**

100% dentro de “Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”  
20% da restante extensão da LMAT



**Períodos e frequência de amostragem:**

“Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”:

**Protocolo Intensivo**, composto pelas visitas “base” de prospeção e ainda por visitas “adicionais”, neste caso, com frequência quinzenal durante todo o restante ano.

Restante extensão da LMAT:

**Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção.

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Fora das áreas de maior sensibilidade		■	■		■	■		■	■		■	■
“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas”	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Caso de estudo nº 3

**Atravessamento de áreas de maior sensibilidade para a avifauna?**

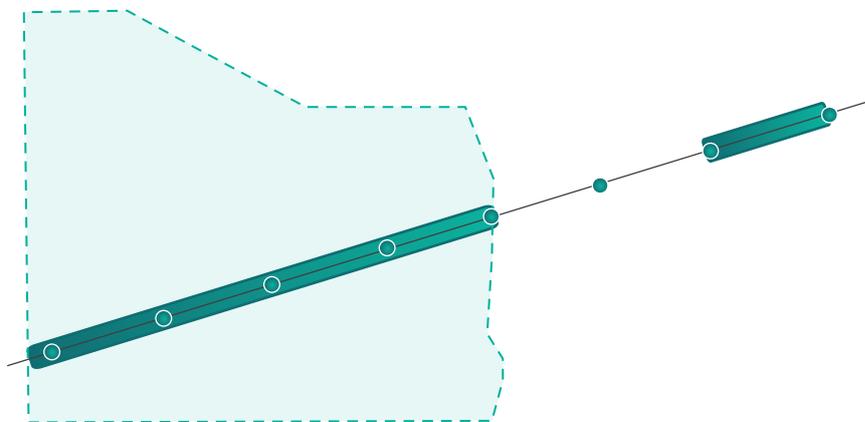
Sim

**Espécie(s)-alvo / período de ocorrência:**

Aves aquáticas (em particular o flamingo, *Phoenicopterus ruber*) / Todo o ano

**Troços a amostrar:**

100% dentro de “Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”  
20% da restante extensão da LMAT



**Legenda:**

- Eixo central da LMAT
- Troços a prospeetar
- ▭ Área de maior sensibilidade para avifauna

**Períodos e frequência de amostragem:**

“Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”:

**Protocolo Intensivo**, composto pelas visitas “base” de prospeção e ainda por visitas “adicionais”, neste caso, com frequência mensal durante todo o restante ano.

Restante extensão da LMAT:

**Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção.

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Fora das áreas de maior sensibilidade		■	■		■	■		■	■		■	■
“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas”	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Caso de estudo nº 4

**Atravessamento de áreas de maior sensibilidade para a avifauna?**

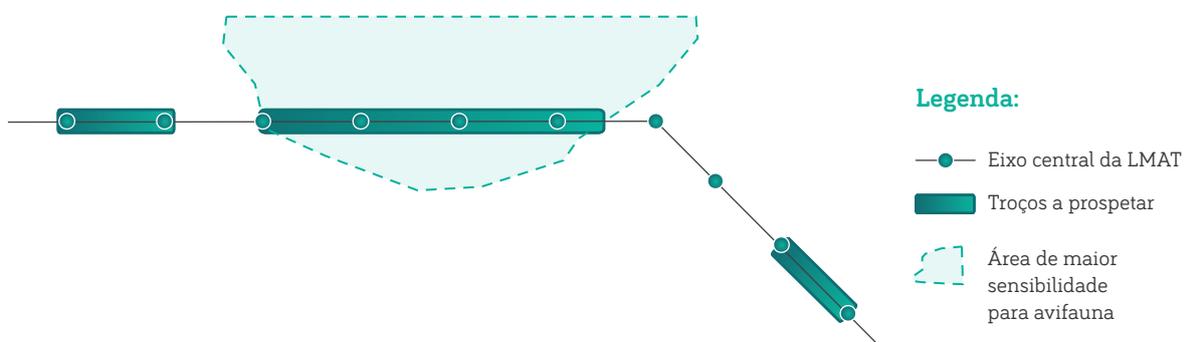
Sim

**Espécie(s)-alvo / período de ocorrência:**

Aves de rapina planadoras (grande porte) em passagem migratória / Final do Verão - Outono

**Troços a amostrar:**

100% dentro de “Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”  
20% da restante extensão da LMAT



**Períodos e frequência de amostragem:**

“Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”:

**Protocolo Intensivo**, composto pelas visitas “base” de prospeção e ainda por visitas “adicionais”, neste caso, com frequência mensal entre Agosto e Novembro

Restante extensão da LMAT:

**Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção.

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Fora das áreas de maior sensibilidade		■	■		■	■		■	■		■	■
“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas”		■	■		■	■		■	■	■	■	■



Caso de estudo nº 5

**Atravessamento de áreas de maior sensibilidade para a avifauna?**

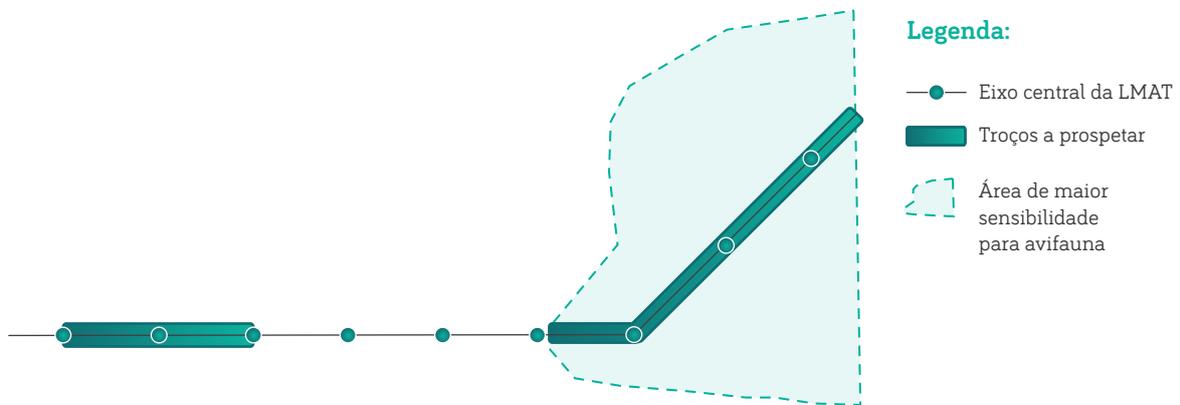
Sim

**Espécie(s)-alvo / período de ocorrência:**

Grou (*Grus grus*) / Invernada

**Troços a amostrar:**

100% dentro de “Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”  
20% da restante extensão da LMAT



**Períodos e frequência de amostragem:**

“Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”:

**Protocolo Intensivo**, composto pelas visitas “base” de prospeção e ainda por visitas “adicionais”, neste caso, com frequência mensal entre Novembro e Fevereiro.

Restante extensão da LMAT:

**Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Fora das áreas de maior sensibilidade		■	■		■	■		■	■		■	■
“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas”		■	■	■	■	■		■	■		■	■

Caso de estudo nº 6

**Atravessamento de áreas de maior sensibilidade para a avifauna?**

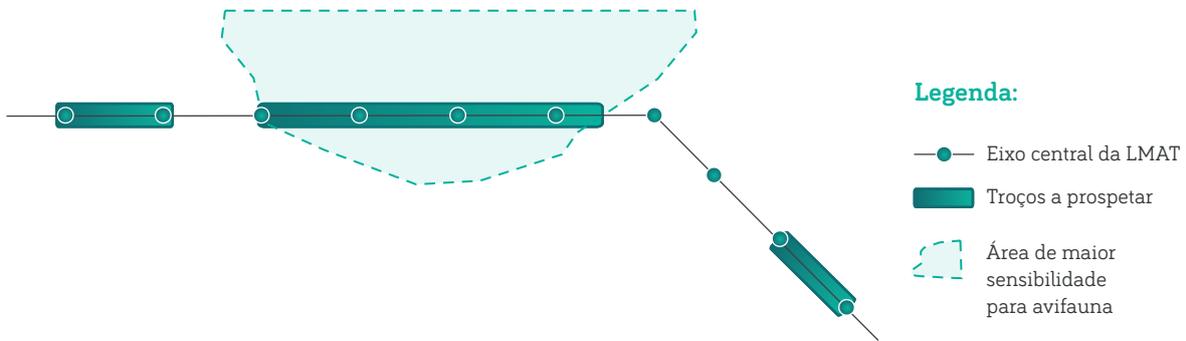
Sim

**Espécie(s)-alvo / período de ocorrência:**

Cegonha-preta (*Ciconia nigra*) / Época reprodutora e de migração outonal.

**Troços a amostrar:**

100% dentro de “Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”  
20% da restante extensão da LMAT



**Períodos e frequência de amostragem:**

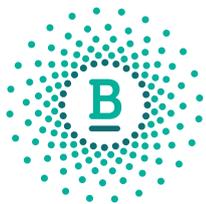
“Áreas Sensíveis / Críticas / Muito Críticas”:

**Protocolo Intensivo**, composto pelas visitas “base” de prospeção e ainda por visitas “adicionais”, neste caso, com frequência mensal entre Março e Setembro.

Restante extensão da LMAT:

**Protocolo Standard**, composto apenas pelas visitas “base” de prospeção

Zona de LMAT	Invernada			Reprodução			Dispersão pós-reprodução			Migração outonal		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Fora das áreas de maior sensibilidade		■	■		■	■		■	■		■	■
“Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito críticas”		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■



## ANEXO 4 - CATEGORIZAÇÃO DAS ESPÉCIES AVIFAUNÍSTICAS EM RELAÇÃO AO PORTE

A categorização das espécies de aves pelo porte foi efetuada tendo por base, maioritariamente, o seu peso (valores de referência: Pequeno - <200 g; Médio - 200-1000 g; Grande - >1000 g), com ajustes pontuais tendo em conta a envergadura das espécies e/ou outras características morfométricas.

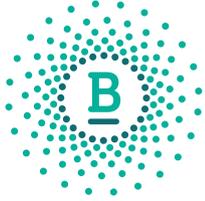
Na presente lista foram apenas consideradas espécies com ocorrência mais regular em Portugal continental, tendo sido excluídas espécies estritamente marinhas.

Taxonomia de acordo com a última versão, à data, da checklist disponibilizada pela BirdLife International (versão 4, dezembro 2019):

Handbook of the Birds of the World and BirdLife International (2019). *Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Version 4.* Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/taxonomy>

Ordem	Família	Sub-família	Espécie	Porte	Observações
<b>Podicipediformes</b>	-	-	Todas	Médio	
<b>Suliformes</b>	-	-	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grande	
<b>Pelecaniformes</b>	Ardeidae	-	<i>Egretta garzetta</i>	Médio	
			<i>Bubulcus ibis</i>		
	<i>Ardeola ralloides</i>				
	<i>Nycticorax nycticorax</i>				
	<i>Ixobrychus minutus</i>				
			<i>Ardea spp.</i>	Grande	
			<i>Botaurus stellaris</i>		
	Threskiornithidae	-	<i>Plegadis falcinellus</i>	Médio	
			<i>Platalea leucorodia</i>	Grande	
<b>Ciconiiformes</b>	-	-	<i>Ciconia nigra</i>	Grande	
			<i>Ciconia ciconia</i>		

Ordem	Família	Sub-família	Espécie	Porte	Observações
<b>Phoenico-pteriformes</b>	-	-	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Grande	
<b>Anseriformes</b>	-	-	<i>Anas crecca</i> <i>Anas acuta</i> <i>Mareca spp.</i> <i>Spatula spp.</i>	Médio	
			<i>Anser anser</i> <i>Anas platyrhynchos</i> <i>Netta rufina</i> <i>Tadorna tadorna</i>	Grande	
<b>Accipitriformes</b>	Pandionidae	Striginae	<i>Pandion haliaetus</i>	Grande	
	Accipitridae	Elaninae	<i>Elanus caeruleus</i>	Médio	
		Gypaetinae	<i>Pernis apivorus</i> <i>Neophron percnopterus</i>	Grande	
	Accipitrinae		<i>Accipiter nisus</i>	Médio	
			Restantes espécies	Grande	
<b>Falconiformes</b>	-	-	<i>Falco peregrinus</i>	Grande	
			Restantes espécies	Médio	
<b>Galliformes</b>	Phasianidae	-	<i>Coturnix coturnix</i>	Pequeno	
			<i>Alectoris rufa</i>	Médio	
			<i>Phasianus colchicus</i>	Grande	
<b>Gruiformes</b>	Gruidae	-	<i>Grus grus</i>	Grande	
	Rallidae	-	<i>Zapornia pusilla</i>	Pequeno	
			Restantes espécies	Médio	
<b>Otidiformes</b>	Otididae	-	<i>Tetrax tetrax</i>	Médio	
			<i>Otis tarda</i>	Grande	
<b>Charadriiformes</b>	Charadriinae	-	<i>Charadrius spp.</i>	Pequeno	



Ordem	Família	Sub-família	Espécie	Porte	Observações
	Scolopacidae	-	<i>Tringa ochropus</i> <i>Tringa glareola</i> <i>Actitis hypoleucos</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Arenaria interpres</i> <i>Calidris spp. *</i>	Pequeno	*exceto <i>C. pugnax</i>
			Restantes espécies	Médio	
	Laridae	Sterninae	<i>Sternula albifrons</i>	Pequeno	
			Restantes espécies	Médio	
		Larinae	<i>Larus</i> <i>melanocephalus</i> <i>Larus ridibundus</i> <i>Rissa tridactyla</i>	Médio	
			<i>Larus audouinii</i> <i>Larus fuscus</i> <i>Larus michahellis</i>	Grande	
<b>Pterocliiformes</b>	-	-	Todas	Médio	
<b>Columbiformes</b>	-	-	Todas	Médio	
<b>Cuculiformes</b>	-	-	Todas	Médio	
<b>Strigiformes</b>	Tytonidae	-	<i>Tyto alba</i>	Médio	
	Strigidae	-	<i>Athene noctua</i> <i>Otus scops</i>	Pequeno	
			<i>Strix aluco</i> <i>Asio spp.</i>	Médio	
			<i>Bubo bubo</i>	Grande	
<b>Caprimulgiformes</b>	Apodidae	-	Todas	Pequeno	
	Caprimulgidae	-	Todas	Médio	

Ordem	Família	Sub-família	Espécie	Porte	Observações
<b>Coraciiformes</b>	-	-	<i>Alcedo atthis</i>	Pequeno	
			<i>Merops apiaster</i>		
			<i>Coracius garrulus</i>	Médio	
<b>Bucerotiformes</b>	-	-	<i>Upupa epops</i>	Pequeno	
<b>Piciformes</b>	-	-	Todas	Pequeno	
<b>Passeriformes</b>	Corvidae	-	<i>Cyanopica cyanus</i>	Pequeno	
		-	<i>Corvus corax</i>	Grande	
		-	Restantes espécies	Médio	
	Restantes famílias	-	Todas	Pequeno	



## ANEXO 5 - PRESSUPOSTOS E IMPLICAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DOS ESTIMADORES DE MORTALIDADE

Estimador	Pressupostos			Bleed-through#	Implicações / fontes adicionais de enviesamento nas estimativas	Software
	Frequência de prospeção	Persistência de cadáveres	Detetabilidade de cadáveres			
Meyer (1978), adaptado por Jain <i>et al.</i> (2007)	Regular	Constante	Constante	Não	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartimentação do processo de estimação, i.e., cálculos em separado para os períodos com diferentes frequências de prospeção;</li> <li>• Cálculo empírico do fator de correção da remoção e detetabilidade de cadáveres</li> <li>• Cadáveres cuja data de morte estimada é superior ao intervalo entre prospeções, são excluídos das estimativas.</li> </ul>	-
Huso (2010)	Regular	Modelação com base em análise de sobrevivência (distrib. Weibull, exponencial, lognormal, loglogística)	Constante	Não	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartimentação do processo de estimação</li> <li>• Cadáveres cuja data de morte estimada é superior ao intervalo entre prospeções, são excluídos das estimativas.</li> </ul>	USGS software <sup>1</sup> R package "carcass" <sup>2</sup>
Körner-Nievergelt <i>et al.</i> (2011, 2015)	Regular	Constante ou modelação com base em análise de sobrevivência (qualquer distribuição)	Constante ou dependente do estado de decomposição do cadáver	Sim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartimentação do processo de estimação</li> </ul>	R package "carcass" <sup>2</sup>
Dalthorp <i>et al.</i> (2018)	Regular ou irregular	Modelação com base em análise de sobrevivência (distrib. Weibull, exponencial, lognormal, loglogística)	Constante ou dependente do estado de decomposição do cadáver	Sim	-	R package "GenEst" <sup>3</sup>

# "Bleed-through" - Possibilidade de um cadáver não detetado numa prospeção, poder sê-lo numa prospeção subsequente.

<sup>1</sup> USGS software disponível aqui: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/ds729>

<sup>2</sup> R package "carcass" disponível aqui: <https://cran.r-project.org/web/packages/carcass/>

<sup>3</sup> Interface para R package "GenEst" disponível aqui: <https://code.usgs.gov/ecosystems/GenEst>

## REFERÊNCIAS

- Dalthorp, D., L. Madsen, M.M. Huso, P. Rabie, R. Wolpert, J. Studyvin, J. Simonis & J.M. Mintz. 2018. *GenEst statistical models - A generalized estimator of mortality*. USGS Techniques and Methods. DOI: 10.3133/tm7A2
- Huso, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* 22 (3): 318-329. DOI: 10.1002/env.1052
- Jain, A., P. Kerlinger, R. Curry, L. Slobodnik & M. Lehman. 2007. *Annual report for the Maple Ridge Wind Power Project postconstruction bird and bat fatality study-2006*. Curry and Kerlinger, LLC.
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niermann, R. Brinkmann & B. Hellriegel. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology* 17 (4): 350-363. DOI: 10.2981/10-121
- Korner-Nievergelt, F., O. Behr, R. Brinkmann, M. A. Etterson, M. M. P. Huso, D. Dalthorp, P. Korner-Nievergelt, T. Roth & I. Niermann. 2015. Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial. *Wildlife Biology* 21 (1): 30-43. DOI: 10.2981/wlb.00094
- Meyer, J. R. 1978. *Effects of Transmission Lines on Bird Flight Behavior and Collision Mortality*. Prepared for Bonneville Power Administration, Engineering and Construction Division.



## ANEXO 6 - DIRETRIZES PARA ESTUDOS DESENHADOS ESPECIFICAMENTE PARA AVALIAR A EFICÁCIA DE DISPOSITIVOS ANTI-COLISÃO

No Capítulo 3.4 são apresentadas as diretrizes para monitorização da eficácia dos dispositivos anti-colisão no âmbito de processos de pós-AIA ou pós-AInCA. Nesses casos, a sinalização dos cabos de guarda ocorre, por precaução, logo aquando da construção da LMAT, pelo que a avaliação da sua eficácia tem obrigatoriamente de ser efetuada com base num desenho experimental do tipo *Control-Impact* (CI). Contudo, no âmbito de estudos de investigação, outros desenhos experimentais podem ser implementados, nomeadamente do tipo *Before-After* (BA) ou, idealmente, do tipo *Before-After Control-Impact* (BACI) (Bernardino *et al.*, 2019).

No Quadro 1 encontram-se sumarizados os pressupostos e limitações de 3 abordagens metodológicas passíveis de serem utilizadas em estudos de investigação focados na avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão, bem como recomendações para a minimização de potenciais enviesamentos. Em todas elas, a avaliação da eficácia baseia-se na medição do efeito da sinalização na redução (ou não) da taxa de mortalidade de aves, recomendando-se para tal a realização de prospeções regulares de cadáveres de aves ou seus vestígios na faixa de terreno por baixo das linhas. Em alguns estudos internacionais (e.g. Alonso *et al.*, 1994, Biasotto *et al.*, 2017), a avaliação da eficácia tem sido efetuada exclusivamente com base na determinação das taxas

de atravessamento da linha elétrica pelas aves e/ou em alterações no comportamento de voo. Esta informação, embora possa aumentar a compreensão sobre os mecanismos que levam à redução da taxa de colisão, encerra em si várias limitações e potenciais enviesamentos (e.g. restrição da amostragem ao período diurno e à existência de condições favoráveis de visibilidade), considerando-se por si só insuficiente para avaliar a eficácia dos dispositivos.

No que respeita à definição dos troços da LMAT a prospear, deverá sempre que possível ser adotado um **desenho experimental do tipo BACI, com alternância (espacial) entre troços Sinalizados e troços Controlo** (Esquema 1). Essa alternância deverá ser feita, tanto quanto possível, a uma escala espacial relativamente fina, em que a extensão de cada troço Sinalizado ou Controlo não ultrapassa os 400-800m (i.e., aproximadamente 1-2 vãos), por forma a que os mesmos possam ser analisados de forma emparelhada e eventuais enviesamentos decorrentes de diferenças biofísicas entre os mesmos sejam minimizados. Idealmente, cada “par” de troços sinalizados e não sinalizados amostrado deverá ser intervalado por uma secção de linha não amostrada que servirá de *buffer*.

Os trabalhos de prospeção de cadáveres devem abranger um período anterior à sinalização da linha

elétrica (pelo menos, 1 ano) e prolongar-se, após a implementação do “tratamento”, por um período não inferior a 3 anos. Em cada período anual, a frequência de amostragem deverá ser a mais intensiva possível, sendo recomendada no mínimo a implementação do protocolo *Standard* (estabelecido no Capítulo 3.2.1) - tanto nos troços Sinalizados, como nos troços Controlo - por forma a garantir a comparabilidade e robustez dos dados.

Considera-se que a abordagem BACI (com alternância dos troços CI) é aquela que assegura a obtenção de resultados mais fiáveis, já que permite controlar eventuais variações (na mortalidade observada) não relacionadas com a instalação dos dispositivos anti-colisão, sem que seja necessário recorrer a fatores adicionais de correção. A avaliação da eficácia poderá, portanto, ser efetuada somente com recurso aos valores de mortalidade de aves observada (TMO - n<sup>o</sup> de cadáveres observados / km / unidade de tempo) (Esquema 2).

Na eventualidade de serem implementados desenhos experimentais considerados sub-ótimos (i.e., do tipo BA, CI ou BACI sem alternância espacial), será fundamental complementar os trabalhos de prospeções de cadáveres com: (i) testes de detetabilidade e remoção de cadáveres; e (ii) monitorização das taxas de atravessamento; cujos resultados deverão ser usados para corrigir os valores de mortalidade observada (Esquema 2). De salientar que, a robustez das conclusões obtidas sobre a eficácia dos dispositivos anti-colisão está altamente dependente da fiabilidade dos valores de correção estimados. Será, portanto, importante garantir que o esforço de amostragem implementado é o necessário

para caracterizar adequadamente as variações temporais e espaciais, por exemplo, nas comunidades de necrófagos, habitats e uso do solo, utilização da área pelas diferentes comunidades de aves, etc., e garantir que os fatores de correção estimados não constituem fontes adicionais de enviesamento nas estimativas da mortalidade.

Nesse sentido, e independentemente do desenho experimental escolhido, recomenda-se que as experiências sejam, preferencialmente, delineadas com o objetivo de testar uma única variável (por exemplo, um único tipo de dispositivo, ou um único espaçamento), sendo as restantes variáveis, tanto quanto possível, controladas (e.g. habitat, configuração da linha). A realização deste tipo de estudos é preferível à realização de estudos que tentam testar várias variáveis em simultâneo (e.g. dispositivos e espaçamentos diferentes, em vários habitats) e que, por isso, requerem uma amostra muito maior (em termos do número de quilómetros prospetados e campanhas de prospeção) e elevados recursos financeiros.

Por último, aquando da apresentação dos resultados obtidos, recomenda-se que a mesma seja efetuada com o maior detalhe possível, nomeadamente ao nível da:

- Descrição das características das linhas elétricas estudadas (e.g. n<sup>o</sup> de planos de colisão, dimensões e configuração dos apoios, habitats atravessados), dos dispositivos testados (e.g. tipologia, cor, dimensões) e da intensidade de sinalização adotada (e.g. quais cabos que foram sinalizados, espaçamento entre os dispositivos em cada cabo e em perfil);



- Descrição do esforço de amostragem e das metodologias de campo adotadas na monitorização da mortalidade e respetivos fatores de correção (sempre que aplicável);
- Apresentação dos valores de eficácia obtidos (e respetivos valores de incerteza), de forma discriminada por cada combinação de variável testada.

## REFERÊNCIAS

- Alonso, J. C., J. A. Alonso & R. Munozpulido. 1994. Mitigation of bird collisions with transmission-lines through groundwire marking. *Biological Conservation* 67 (2): 129-134. DOI: 10.1016/0006-3207(94)90358-1
- Biasotto, L. D., A. Barcelos-Silveira, C. E. Q. Agne & A. Kindel. 2017. Comportamento de voo de aves em resposta ao uso de sinalizadores em linhas de transmissão de energia elétrica. *Iheringia, Série Zoologia* 107. DOI: 10.1590/1678-4766e2017047
- Bernardino, J., R. C. Martins, R. Bispo & F. Moreira. 2019. Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies. *Journal of Environmental Management* 252: 109651. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109651

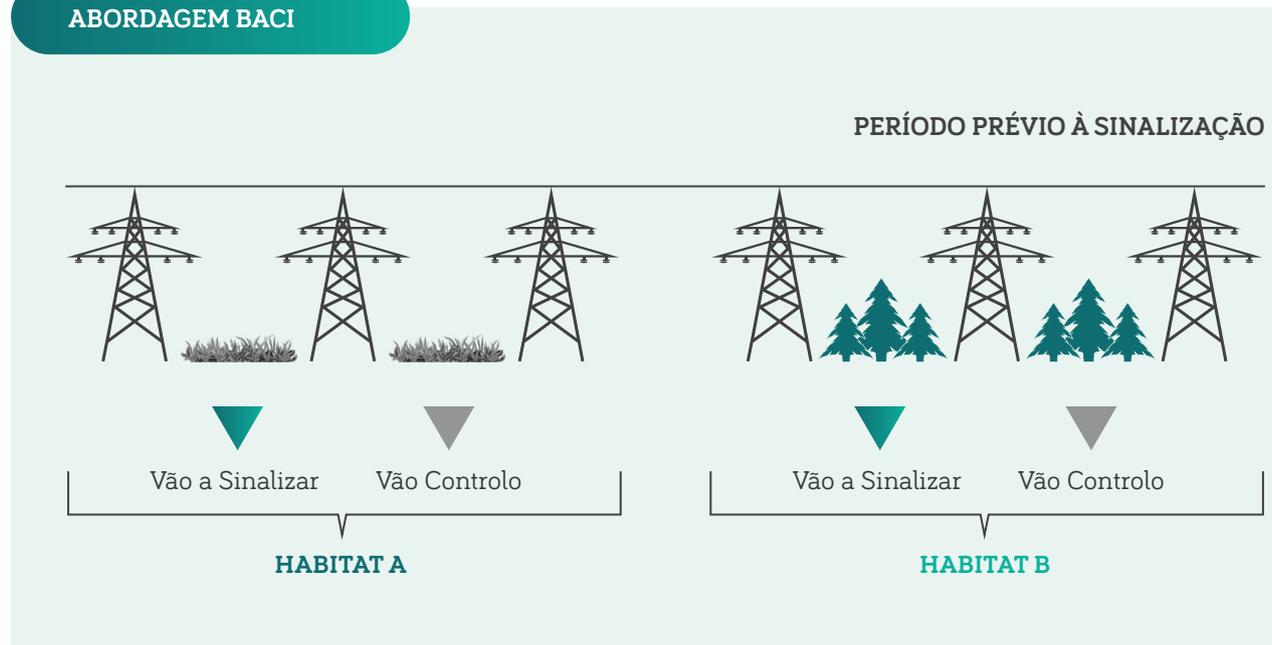
QUADRO 1 Abordagens metodológicas possíveis para avaliar a eficácia dos dispositivos anti-colisão em linhas elétricas através de monitorização da mortalidade de aves.

Abordagem	Descrição	Pressupostos subjacentes	Limitações	Como minimizar os enviesamentos associados?
BACI (Before-After Control-Impact)	A mortalidade de aves é monitorizada no período anterior ( <i>Before</i> ) e após ( <i>After</i> ) à sua sinalização da linha elétrica, tanto em troços sinalizados ( <i>Impact</i> ) como em troços não sinalizados ( <i>Control</i> ). A variação (%) na mortalidade registada antes e após a sinalização é comparada com a mesma variação registada nos troços <i>Control</i> .	A semelhança entre os troços Sinalizados e <i>Control</i> nos fatores (excluindo a sinalização) que afetam a probabilidade de colisão de aves (e os enviesamentos associados às prospeções de cadáveres) não se altera significativamente entre os períodos anterior ( <i>Before</i> ) e posterior ( <i>After</i> ) à sua sinalização.	Apesar de ser claramente a melhor abordagem, a validade das conclusões pode ser comprometida, no caso de existirem grandes distanciamientos temporais (entre o período anterior e posterior à sinalização) e/ou espaciais (entre os troços Sinalizados e <i>Control</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar troços Sinalizados e <i>Control</i> com características semelhantes (e.g. habitat, uso do solo) e o mais próximos possível.</li> <li>• Idealmente, alternar (especialmente) os troços Sinalizados e os troços <i>Control</i> por forma a permitir uma análise emparelhada e minimizar potenciais fatores de enviesamento. Neste caso não é necessária a realização de testes de remoção e detetabilidade de cadáveres ou a monitorização de taxas de atravessamento das aves.</li> <li>• As prospeções de cadáveres realizadas antes e após a sinalização da linha devem ter a mesma duração e abranger as mesmas épocas do ano.</li> </ul>
BA (Before-After)	A mortalidade de aves é monitorizada num determinado troço da linha elétrica e (temporalmente) comparada no período anterior ( <i>Before</i> ) e após ( <i>After</i> ) à sua sinalização.	Os fatores (excluindo a sinalização) que afetam a probabilidade de colisão de aves (e os enviesamentos associados às prospeções de cadáveres) não são significativamente diferentes entre o período anterior ( <i>Before</i> ) e posterior ( <i>After</i> ) à sua sinalização.	Eventuais alterações na taxa de mortalidade após a sinalização da linha elétrica não podem ser dissociadas de outros fatores que variem no tempo e que afetem o risco de colisão e/ou os enviesamentos associados às prospeções de cadáveres, como por exemplo alterações nas populações de aves ou na comunidade de agentes necrófagos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As prospeções de cadáveres realizadas antes e após a sinalização da linha devem ter a mesma duração e abranger as mesmas épocas do ano.</li> <li>• Em cada período (antes e após sinalização): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar testes de remoção e detetabilidade de cadáveres para corrigir os erros associados;</li> <li>- Monitorizar taxas de atravessamento das aves para calcular o risco de colisão (i.e., taxa de mortalidade / taxa de atravessamento) e usar esse parâmetro para inferir sobre a eficácia da monitorização.</li> </ul> </li> </ul>
CI (Control-Impact)	A mortalidade de aves é monitorizada e (especialmente) comparada entre troços sinalizados ( <i>Impact</i> ) e não sinalizados ( <i>Control</i> ) da linha elétrica, num mesmo período temporal.	Os fatores (excluindo a sinalização) que afetam a probabilidade de colisão de aves (e os enviesamentos associados às prospeções de cadáveres) não são significativamente diferentes entre os troços <i>Control</i> e troços Sinalizados.	Eventuais diferenças na taxa de mortalidade entre troços <i>Control</i> e Sinalizados não podem ser dissociadas de outros fatores que variem no espaço e que afetem o risco de colisão e/ou os enviesamentos associados às prospeções de cadáveres, como por exemplo o habitat, topografia, comunidade de necrófagos, e distância a dormitórios ou áreas de alimentação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar troços Sinalizados e <i>Control</i> com características semelhantes (e.g. habitat, uso do solo) e o mais próximos possível.</li> <li>• Para cada tipo de troço (<i>Control</i> e Sinalizado): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar testes de remoção e detetabilidade de cadáveres para corrigir os erros associados;</li> <li>- Monitorizar taxas de atravessamento das aves para calcular o risco de colisão (i.e., taxa de mortalidade / taxa de atravessamento) e usar esse parâmetro para inferir sobre a eficácia da monitorização.</li> </ul> </li> </ul>

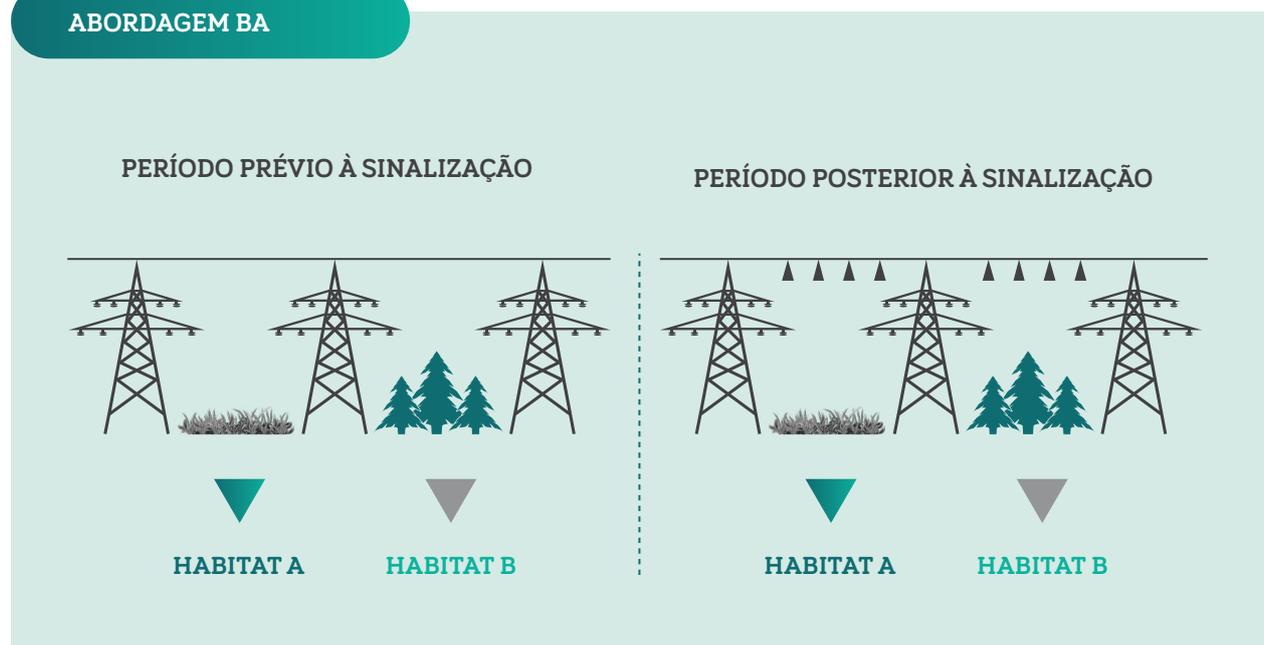


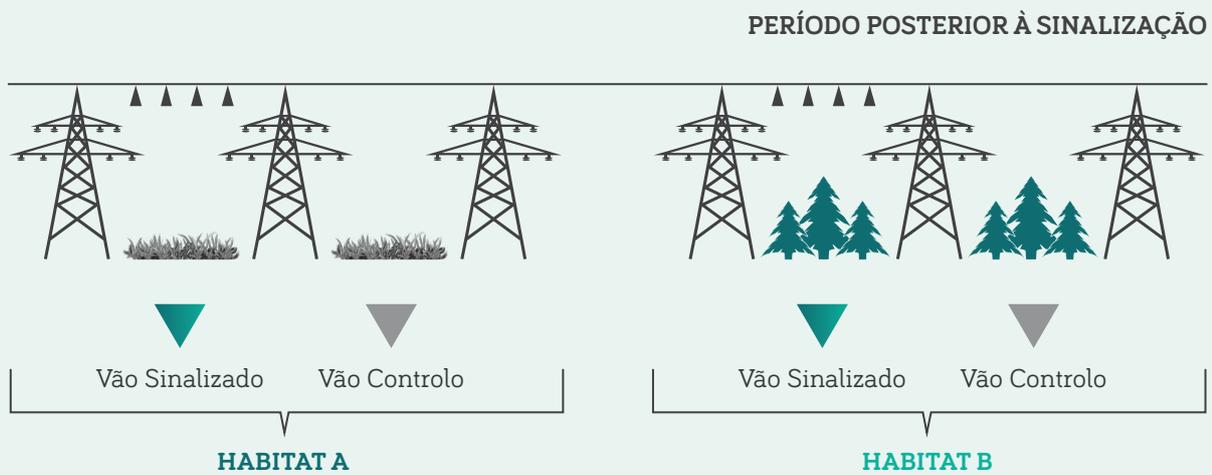
ESQUEMA 1 Esquematização do processo de seleção dos troços de linha elétrica a prospectar para efeitos da avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão, dependendo da abordagem metodológica adotada (BACI - *Before-After Control-Impact*, BA - *Before-Impact*, CI - *Control-Impact*).

### ABORDAGEM BACI

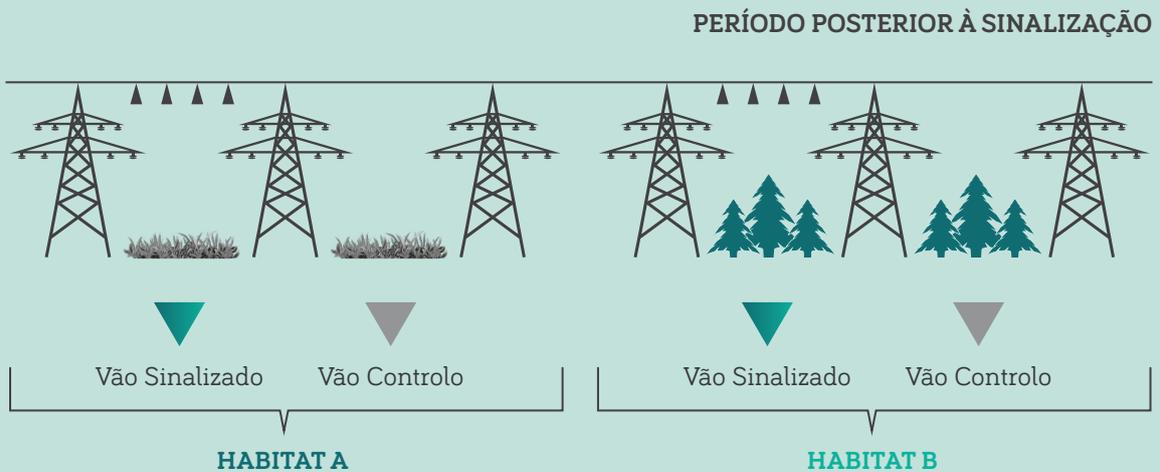


### ABORDAGEM BA



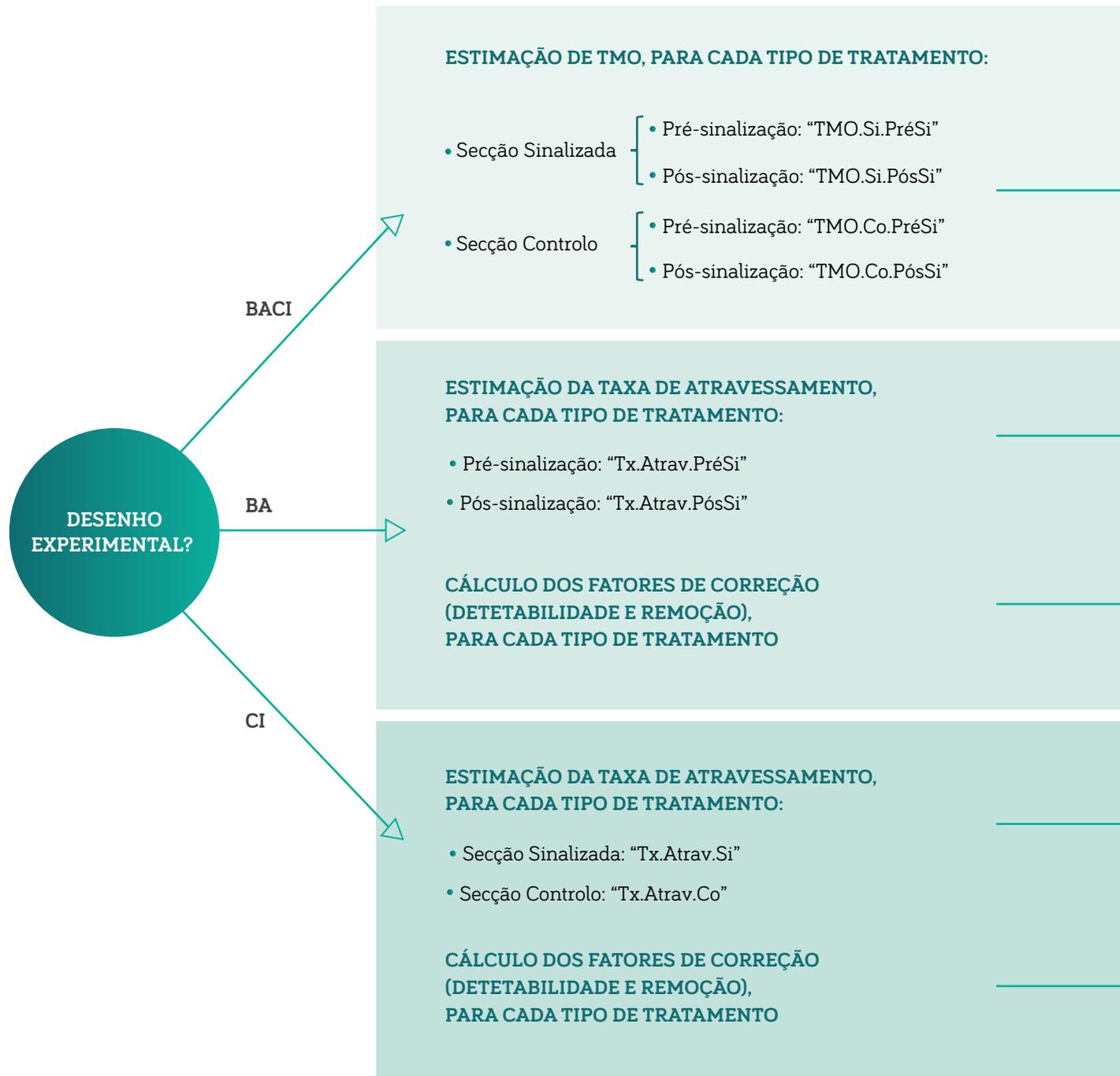


## ABORDAGEM CI





**ESQUEMA 2** Etapas do processo de estimação da eficácia dos dispositivos anti-colisão, consoante a abordagem metodológica adotada (Desenho experimental: BACI - *Before-After Control-Impact*, BA - *Before-Impact*, CI - *Control-Impact*; TMO - Taxa de Mortalidade Observada; TME - Taxa de Mortalidade Estimada).



### ESTIMAÇÃO DA EFICÁCIA

$$Eficácia (\%) = \left[ 1 - \frac{TMO.Si.PósSi}{TMO.Si.PréSi \times \left[ \frac{TMO.Co.PósSi}{TMO.Co.PréSi} \right]} \right] \times 100$$

### ESTIMAÇÃO DA EFICÁCIA

$$Eficácia (\%) = \left[ 1 - \frac{TME.Pós / Tx. Atrav.Pós}{TME.Pré / Tx. Atrav.Pré} \right] \times 100$$

#### ESTIMAÇÃO DE TME, PARA CADA TIPO DE TRATAMENTO:

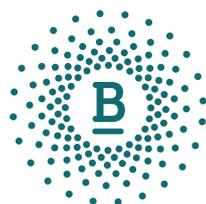
- Pré-sinalização: "TME.PréSi"
- Pós-sinalização: "TME.PósSi"

### ESTIMAÇÃO DA EFICÁCIA

$$Eficácia (\%) = \left[ 1 - \frac{TME.Si / Tx. Atrav.Si}{TME.Co / Tx. Atrav.Co} \right] \times 100$$

#### ESTIMAÇÃO DE TME, PARA CADA TIPO DE TRATAMENTO:

- Pré-sinalização: "TME.Si"
- Pós-sinalização: "TME.Co"



CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN  FCT Financiamento Científico e Tecnológico  U.PORTO





CÁTEDRA REN EM  
BIODIVERSIDADE

REN  

