

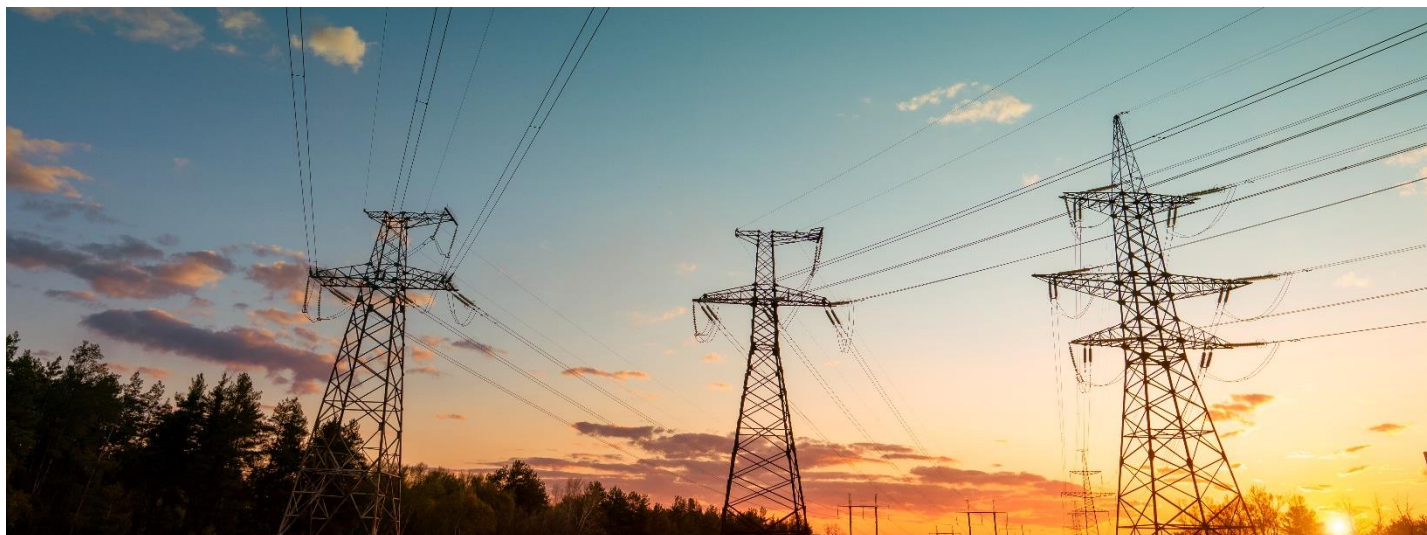


ecosativa

CONSULTORIA AMBIENTAL

MONITORIZAÇÃO DE AVIFAUNA

LINHA DUPLA RIBEIRA DE PENA –
– VIEIRA DO MINHO 1/2, A 400 KV



VOLUME I – RELATÓRIO TÉCNICO DE MONITORIZAÇÃO
FASE DE EXPLORAÇÃO
PARA A EMPRESA REN, S.A.

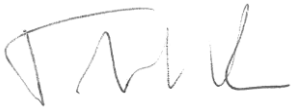
JANEIRO 2024

ÍNDICE GERAL

Volume I **Relatório técnico de monitorização**

Volume II Anexos

Vila Nova de Milfontes, janeiro de 2024



Teresa Saraiva, Coordenadora

(Bióloga, Mestre em Ecologia Aplicada, Membro efetivo da OB nº 3572, Membro profissional da APAI nº 242)

FICHA TÉCNICA DO RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

Autoria técnica	Ecosativa – Consultoria Ambiental, Lda.
Identificação do cliente	REN - Redes Energéticas Nacionais
Título do relatório	Monitorização de avifauna - Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV
Designação	RM_aves_202311_PA_LMAT.RP-VRM
Edição / Revisão	01/00
Natureza das revisões	-
Período de monitorização	Dezembro 2022 – Novembro 2023
Data de entrega do relatório	23 de janeiro 2024

ÍNDICE

1/ INTRODUÇÃO.....	1
1.1/ Enquadramento.....	1
1.2/ Objetivos.....	1
1.3/ Estrutura do relatório.....	1
1.4/ Equipa técnica	2
1.5/ Área de estudo.....	3
2/ ANTECEDENTES.....	4
3/ DESCRIÇÃO DO PLANO DE MONITORIZAÇÃO	6
3.1/ Caracterização de biótopos.....	6
3.2/ Caracterização e quantificação da mortalidade de aves por colisão.....	6
3.2.1/ Métodos de amostragem.....	6
3.2.2/ Localização das unidades de amostragem.....	7
3.2.3/ Parâmetros de amostragem.....	8
3.2.4/ Duração e frequência da amostragem.....	8
3.2.5/ Métodos de tratamento de dados.....	8
3.2.5.1/ Análise descritiva.....	8
3.2.5.1.1/ Determinação da Estimativa Global de Mortalidade (EGM).....	9
3.2.5.2/ Análise espaço-temporal.....	9
3.3/ Determinação de fatores de correção.....	10
3.3.1/ Proporção de cadáveres encontrados na faixa de prospeção.....	10
3.3.2/ Testes de detetabilidade.....	10
3.3.3/ Testes de remoção de cadáveres	11
3.4/ Estudo das taxas de atravessamento para avaliação da eficácia da sinalização anti-colisão.....	12
3.4.1/ Métodos de amostragem.....	12
3.4.2/ Locais de amostragem	13
3.4.3/ Parâmetros de amostragem.....	13
3.4.4/ Duração e frequência da amostragem.....	14
3.4.5/ Métodos de tratamento de dados.....	14
3.4.5.1/ Análise descritiva.....	14
3.4.5.2/ Análise espaço-temporal.....	15
3.5/ Censos de avifauna para avaliação de efeitos de exclusão.....	15
3.5.1/ Métodos de amostragem.....	15
3.5.2/ Locais de amostragem	15
3.5.3/ Parâmetros de amostragem.....	16
3.5.4/ Duração e frequência da amostragem.....	16
3.5.5/ Métodos de tratamento de dados.....	16

3.5.5.1/	Análise descritiva.....	16
3.5.5.2/	Análise espacial.....	17
3.5.5.3/	Análise temporal.....	17
3.6/	Análise de resultados e conclusões.....	17
3.6.1/	Critérios de avaliação dos dados.....	17
3.6.1.1/	Impactes diretos.....	17
3.6.1.2/	Impactes indiretos.....	18
3.6.2/	Relação dos dados com características do projeto ou do ambiente exógeno ao projeto.....	18
3.6.3/	Avaliação da eficácia das medidas adotadas para prevenir ou reduzir os impactes objeto de monitorização.....	18
3.6.3.1/	Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão.....	18
3.6.3.2/	Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão.....	19
3.6.4/	Comparação com as previsões efetuadas no Estudo de Impacte Ambiental.....	19
3.6.5/	Medidas de minimização e compensação de impactes.....	20
3.6.6/	Revisão do plano de monitorização.....	20
3.7/	Material e equipamentos.....	20
4/	RESULTADOS DO PLANO DE MONITORIZAÇÃO.....	21
4.1/	Caracterização de biótopos.....	21
4.2/	Caracterização e quantificação da mortalidade de aves por colisão.....	22
4.2.1/	Mortalidade observada.....	22
4.2.1.1/	Outubro 2023.....	23
4.2.1.1.1/	Columbiforme.....	23
4.2.2/	Determinação de fatores de correção.....	23
4.2.2.1/	Probabilidade de deteção dos cadáveres pelos observadores.....	23
4.2.2.2/	Probabilidade de persistência dos cadáveres.....	24
4.2.3/	Tratamento de dados de mortalidade.....	25
4.3/	Espécies presentes na área de estudo.....	26
4.4/	Estudo das taxas de atravessamento para avaliação da eficácia da sinalização anti-colisão.....	26
4.4.1/	Análise descritiva.....	27
4.4.2/	Análise espaço-temporal.....	29
4.4.3/	Avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão.....	30
4.5/	Censos de avifauna para avaliação de efeitos de exclusão.....	31
4.5.1/	Análise descritiva.....	31
4.5.2/	Análise espacial.....	32
4.5.3/	Análise temporal.....	33
4.6/	Análise de espécies sensíveis.....	34
4.7/	Discussão, interpretação e avaliação de resultados.....	34
4.7.1/	Monitorização de avifauna.....	34
4.7.2/	Prospecção de cadáveres e determinação de taxas de mortalidade.....	35

4.8/	Comparação com as previsões de impactes efectuadas no EIA.....	36
4.8.1/	Fase de exploração.....	36
4.8.1.1/	Fauna.....	36
4.8.1.1.1/	Síntese dos impactes previstos no EIA	36
4.8.1.1.2/	Impactes verificados no âmbito do plano de monitorização	36
4.9/	Avaliação da eficácia das medidas tomadas para evitar, reduzir ou compensar os impactes objeto de monitorização	37
4.9.1/	Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão.....	37
4.9.2/	Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão	37
4.10/	Avaliação da eficácia dos métodos de amostragem.....	37
5/	CONCLUSÕES.....	37
5.1/	Proposta de novas Medidas de Mitigação e/ou alteração de medidas já adoptadas	37
5.2/	Proposta de revisão do programa de monitorização.....	37
6/	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 – Vestígios de cadáver de espécie da ordem Columbiformes	23
Figura 4.2 – Cadáveres de perdiz e codorniz distribuídos por diferentes classes de visibilidade	24
Figura 4.3 – Apoio da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV	27
Figura 4.4 - Taxa de atravessamento (N/hora/km) das várias espécies detetadas pelo método das taxas de atravessamento (* - espécie cuja ordem taxonómica foi identificada nas prospeções de mortalidade)	28
Figura 4.5 – Taxa de atravessamento (N/km/h) nos troços sinalizados e não sinalizados, por altitude de voo	29
Figura 4.6 – Características do voo nos atravessamentos em troços sinalizados e não sinalizados	29
Figura 4.7 – Variação das taxas de atravessamento ao longo das várias épocas fenológicas (* - época em que se detetou mortalidade)	30
Figura 4.8 - Variação da riqueza específica ao longo das várias épocas fenológicas	30
Figura 4.9 – Abundância relativa de aves de rapina e outras planadoras obtida pelo método dos pontos de observação	31
Figura 4.10 – Valores de abundância relativa e riqueza específica nos vários pontos de observação	32
Figura 4.11 – Abundância de aves de rapina e outras planadoras em função da distância à linha	33
Figura 4.12 – Variação mensal dos parâmetros abundância relativa e riqueza específica obtidos pelo método dos pontos de observação	33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Caracterização dos troços definidos para prospeção de mortalidade	8
Tabela 3.2 – Periodicidade das campanhas de prospeção de cadáveres	8
Tabela 3.3 – Vãos da linha monitorizados pelos pontos para avaliação das taxas de atravessamento (TA)	13
Tabela 3.4 – Periodicidade das campanhas para determinação de taxas de atravessamento	14
Tabela 3.5 – Periodicidade das campanhas para os censos pelo método de pontos de observação de rapinas e de outras planadoras	16
Tabela 3.6 – Listagem dos meios técnicos e materiais	20
Tabela 4.1 – Áreas em que ocorre prospeção de cadáveres e avaliação de taxas de atravessamento, por biótopo (“LE” – Linha elétrica)	21
Tabela 4.2 – Áreas em que são efetuados pontos fixos de observação de rapinas e outras planadoras, por biótopo	21
Tabela 4.3 - Periodicidade das prospeções de mortalidade	22
Tabela 4.4 – Mortalidade observada	22
Tabela 4.5 – Resultados obtidos nos testes de detetabilidade (p - probabilidade de deteção dos cadáveres pelos observadores)	24
Tabela 4.6 - Resultados do modelo para estimação do tempo de persistência de cadáveres nas diferentes épocas fenológicas e diferentes ocupações do solo (Mediana PC – mediana do tempo de persistência de cadáveres (dias); r7 - probabilidade média de um cadáver persistir até ao sétimo dia da prospeção; r28 - probabilidade média de um cadáver persistir até ao vigésimo oitavo dia da prospeção)	25
Tabela 4.7 - Relação entre espaçamento entre os dispositivos em cada cabo, mortalidade observada, e classificação de acordo com Neves et al. (2005)	26
Tabela 4.8 – Classe fenológica das diferentes espécies na área de estudo	26
Tabela 4.9 – Periodicidade dos censos realizados para a determinação das taxas de atravessamento	27
Tabela 4.10 – Periodicidade dos censos realizados para a monitorização de aves de rapina e outras planadoras	31
Tabela 4.11 – Espécies sensíveis à colisão	34

1/ INTRODUÇÃO

1.1/ ENQUADRAMENTO

O presente relatório de Monitorização de Avifauna da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV, foi elaborado pela ECOSATIVA – Consultoria Ambiental Lda., em conformidade com as disposições definidas pela REN – Rede Elétrica Nacional, S.A., e prevê a realização da monitorização das populações de avifauna durante três anos em fase de exploração.

Este relatório abrange a monitorização das populações de avifauna e a monitorização de mortalidade no primeiro ano da fase de exploração (dezembro 2022 a novembro 2023)

A estrutura e conteúdo do plano e relatórios obedecem ao disposto no Anexo V da Portaria n.º. 395/2015 de 4 de novembro.

1.2/ OBJETIVOS

O objetivo geral do plano de monitorização é avaliar o impacto efetivo da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV na avifauna. Definiram-se como objetivos específicos os seguintes:

- a) Caracterizar e quantificar a mortalidade de aves por colisão causada pela infraestrutura, incluindo a determinação de fatores de correção, nomeadamente os relacionados com a detetabilidade imperfeita e a remoção de cadáveres;
- b) Avaliar a eficácia dos BFD's, através da comparação das taxas de colisão (taxa de mortalidade / taxas de atravessamento) em troços sinalizados *versus* troços não sinalizados;
- c) Avaliar a eventual existência de efeitos de exclusão (ou evitamento) por parte das espécies cegonha-preta (*Ciconia nigra*) e águia-caçadeira (*Circus pygargus*), na proximidade da infraestrutura, devido à sua presença.

1.3/ ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A monitorização de ecologia do descritor avifauna em fase de exploração da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV decorreu de dezembro de 2022 até novembro de 2023, tendo sido realizadas as seguintes tarefas:

1. Prospeção de mortalidade para caracterização e quantificação de mortalidade de aves por colisão (para cumprimento dos objetivos “a” e “b” do ponto 1.2/);
2. Determinação dos fatores de correção para caracterização e quantificação de mortalidade de aves por colisão (para cumprimento dos objetivos “a” e “b” do ponto 1.2/);
3. Determinação das taxas de atravessamento para avaliação da eficácia dos BFD's (para cumprimento do objetivo “b” do ponto 1.2/);
4. Censos de avifauna para avaliação de efeito de exclusão (para cumprimento do objetivo “c” do ponto 1.2/).

O presente relatório encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Introdução;
- Antecedentes;
- Descrição dos programas de monitorização;
- Resultados dos programas de monitorização;
- Conclusões;

- Bibliografia.

1.4/ EQUIPA TÉCNICA

A equipa técnica responsável pela execução das tarefas descritas no presente plano de monitorização foi constituída por:

COORDENADOR GERAL:

Teresa Saraiva

Bióloga, Mestre em Ecologia Aplicada, Doutoranda em Ciências da Sustentabilidade

COORDENADOR DO PROJETO:

Luís Marques

Biólogo, Mestre de Ecologia, Ambiente e Território, Mestre em Agronomia

TÉCNICOS:

Avifauna

Pedro Cordeiro

Engenheiro Agrário e de Desenvolvimento Regional, Ornitólogo

Prospecção de mortalidade e determinação de fatores de correção

Inês Carneiro

Biólogo, Mestre em Ecologia e Ambiente

João Barata

Biólogo, Mestrando em Biologia da Conservação

João Serafim

Biólogo, Mestre em Biologia dos Recursos Vegetais

Nuno Teixeira

Biólogo, Mestre em Modelação Estatística e Análise de Dados

Processamento de dados

Nuno Teixeira

Biólogo, Mestre em Modelação Estatística e Análise de Dados

Adriano Freitas

Biólogo, Mestre em Ciências do Ambiente

Sistemas de Informação Geográfica

Joana Veríssimo

Ecóloga, Pós-graduada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Ana Novais

Bióloga, Mestre em Ecologia e Ambiente, Pós-graduada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

1.5/ ÁREA DE ESTUDO

A Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV, apresenta uma extensão de 26,5 km e abrange os concelhos de Cabeceiras de Basto e de Vieira do Minho, no distrito de Braga, e os concelhos de Montalegre e de Ribeira de Pena, no distrito de Vila Real (**Desenho 1 – PD**).

Ao nível da nomenclatura de unidades territoriais (NUT), insere-se nas seguintes:

- NUT I: Continente (PT1),
- NUT II: Norte (PT11),
- NUT III: Alto Tâmega (PT11B), Ave (PT119).

Localiza-se nas folhas 44, 58, 59 e 73 da Carta Militar de Portugal (série M888, à escala 1:25.000).

2/ ANTECEDENTES

A Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV consiste numa linha aérea dupla de muito alta tensão a 400 kV, desenvolvida entre a futura Subestação de Ribeira de Pena e o Posto de Corte de Vieira do Minho, num total de 62 apoios e cerca de 26,5 km. Para além da construção de um troço de linha dupla, o Projeto implicou ainda a modificação da ligação das linhas Central de Frades – Frades 1 e Central de Frades – Frades 2, a 400kV, efetuada no apoio 63 existente, que permite a ligação ao Posto de Corte de Vieira do Minho, numa extensão de cerca de 200 m.

A concretização da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV foi objeto de um procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) em 2018, cujo Estudo de Impacte Ambiental (EIA), desenvolvido pela Matos, Fonseca & Associados, Estudos e Projetos Lda. (MF&A), culminou com a emissão de Declaração de Impacte Ambiental Desfavorável, a 14 de maio de 2019 (Processo n.º 3218). De acordo com o EIA referido, as motivações que levaram a essa decisão foram as seguintes:

- “Área de estudo [abrangia], na sua maior parte, território classificado pela FAO como Sítio GIAHS, Património Agrícola Mundial”;
- “Existência, na zona próxima ao Posto de Corte de Vieira do Minho do Geossítio de relevância nacional Toco-Soutinho”;
- “Afetação dos Perímetros Florestais da Serra da Cabreira e do Barroso”;
- Existência de áreas identificadas como Críticas e Muito Críticas para efeitos de instalação de linhas de transporte e de distribuição de energia no que se refere a outras espécies com estatuto de ameaça elevado e com reconhecido risco de colisão e áreas com Alcateias confirmadas;
- “Afetações paisagísticas da presença da Linha Elétrica, com destaque para a sua presença a cerca de 500 a 1 000 m, das povoações de Zebal, Ameal, Bagulhão, Póvoa, Reboreda, Carvalho, Tabuada, Seara e Gondães”;
- “Interferência do traçado com a freguesia de Salto, sendo esta, de acordo com o referido pela Câmara Municipal de Montalegre, o centro da área de produção de bovinos da raça Barrosã”.

Posteriormente, dada a importância do Projeto em causa, foi decidido refazer os estudos ambientais para uma nova submissão a AIA. De forma a tentar resolver as principais motivações que estiveram na origem do sentido da decisão da Declaração de Impacte Ambiental (DIA), foi realizado um novo EIA entre março e agosto de 2020 (n.º 3364) pela Matos, Fonseca & Associados, Estudos e Projetos Lda. (MF&A). Este EIA integrou duas fases complementares.

Para o desenvolvimento da 1ª fase do EIA, utilizou-se como base o Estudo de Grandes Condicionantes Ambientais (EGCA), efetuado no âmbito do EIA associado ao n.º 3218, complementado por uma Proposta de Corredores Alternativos, o que permitiu o estudo de várias alternativas e identificação das respetivas condicionantes, o que em última instância levou à definição do corredor mais favorável ambientalmente.

Já a 2ª fase do EIA consistiu no desenvolvimento do projeto de execução dentro do corredor selecionado, considerado ambientalmente mais favorável, respeitando as conclusões da análise da situação de referência e da identificação de impactes analisadas.

No âmbito do procedimento de AIA, foi nomeada pela APA uma Comissão de Avaliação (CA), constituída por representantes da APA, do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF), da Direção-Geral do Património Cultural (DGPC), do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDRNorte), da Administração Regional de Saúde do Norte (ARS-Norte), da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e do Instituto Superior de Agronomia / Centro de Ecologia Aplicada “Prof. Baeta Neves” (ISA/CEABN).

No decurso da análise de conformidade do EIA, a CA considerou necessário solicitar a apresentação de elementos adicionais ao estudo apresentado, os quais foram submetidos pelo proponente sob a forma de Aditamento ao EIA.

Posteriormente, abriu um período de Consulta Pública, que decorreu durante 30 dias úteis desde 27 de novembro de 2020 até 14 de janeiro de 2021. A solicitação de parecer específico, ao abrigo do disposto no n.º 11, do artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013 de

31 de outubro, na sua atual redação, foi efetuada às Câmaras Municipais de Ribeira de Pena, Cabeceiras de Basto, Montalegre e Vieira do Minho. Depois de efetuada a apreciação ambiental do projeto, com base na informação disponibilizada no projeto de execução, do EIA e respetivo Aditamento, tendo em conta as valências das entidades representadas na CA e ponderados todos os fatores em presença, incluindo os resultados da participação pública, foi elaborado o Parecer Final da CA, que visa apoiar a tomada de decisão relativamente à viabilidade ambiental do projeto.

Em março de 2021, foi emitida a DIA do EIA correspondente ao processo de AIA n.º 3364 com sentido da decisão favorável condicionado.

A DIA mencionada refere que durante a fase de exploração, “(...) os principais impactes negativos causados na fauna prendem-se com a mortalidade e alteração dos padrões de comportamento face à presença do novo elemento por parte da avifauna, e à perda e alteração do habitat (...)”, avaliando o “(...) impacte da mortalidade inerente à colisão de aves [como] negativo, permanente e irreversível, e [cuja] significância [está dependente] do estado das populações das espécies afetadas (...)”.

O presente Plano de Monitorização de Avifauna foi apresentado em âmbito de Pós-Avaliação (Processo n.º 733), dando cumprimento ao ponto Programas de Monitorização constante na DIA respeitante ao processo de AIA n.º 3364.

3/ DESCRIÇÃO DO PLANO DE MONITORIZAÇÃO

Considerando os objetivos definidos, o plano integra as seguintes componentes:

- a) Censos de avifauna;
- b) Prospecção e determinação das taxas de mortalidade;
- c) Determinação de fatores de correção;
- d) Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão;
- e) Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão.

3.1/ CARACTERIZAÇÃO DE BIÓTOPOS

De forma a associar os valores dos parâmetros definidos e descritos anteriormente com os biótopos existentes na área de estudo de forma global, foi efetuada a caracterização dos mesmos, considerando não só um *buffer* de 2 km em torno das localizações dos pontos de observação relativos à metodologia que analisa as espécies de ave de rapina e outras planadoras, como também a área dos troços sob a linha elétrica cuja área foi alvo de prospecção de mortalidade (*buffer* de 20 m).

A caracterização dos biótopos foi efetuada com base nas atualizações da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS, 2018), tendo como principal objetivo verificar possíveis alterações de biótopos que possam influenciar a dinâmica de ocupação do espaço pelas diferentes espécies de aves.

3.2/ CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MORTALIDADE DE AVES POR COLISÃO

A determinação dos impactes diretos sobre a avifauna contemplou:

- Prospecção de mortalidade nos troços da linha;
- Estimação da taxa de mortalidade.

3.2.1/ Métodos de amostragem

A prospecção de mortalidade foi realizada em troços sinalizados e não sinalizados (controlo) da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV, excluindo as áreas não prospetáveis, cujas alterações ao longo da monitorização foram cartografadas com detalhe no terreno.

Atendendo às características da LMAT, a prospecção de cadáveres foi realizada numa faixa de terreno sob a linha elétrica, com uma largura total de 40 m de largura, centrada no meio dos apoios; ou seja, estendendo-se 20 m a partir do eixo central da linha. Dentro desta faixa foram realizados transectos lineares, percorridos a pé por dois observadores que avançaram a uma velocidade constante de aproximadamente 2 km/h, cobrindo uma banda de 10 m de largura, o que resultou na realização de 4 transectos ao longo da linha.

Para cada cadáver observado, dentro ou fora da faixa de prospecção, registaram-se os seguintes dados: localização (coordenadas GPS); data, hora e nome(s) do(s) observador(es); indicação do tipo de vestígios (e.g. ave inteira, uma asa, conjunto de 10 penas ou mais, ossos, etc.); espécie, idade e sexo do indivíduo, determinando, se possível se se trata de um indivíduo em migração; distância do cadáver em relação ao eixo central da linha; descrição das ocupações/coberturas de solo no local (e indicação da classe de visibilidade considerada); e a data aproximada da morte com base no estado de decomposição (% de tecidos removidos por necrófagos ou por decomposição).

O tempo de permanência após a morte foi determinado de acordo com 5 categorias:

- Categoria 1 – 1 a 2 dias;
- Categoria 2 – 2 dias a 1 semana;
- Categoria 3 – 1 a 2 semanas;
- Categoria 4 – 2 a 4 semanas;
- Categoria 5 – mais de 1 mês.

Foram fotografados todos os indícios e/ou cadáveres de mortalidade, com recurso a uma escala. Assim foi possível registar os eventos de mortalidade, identificando ainda o estado do cadáver, nomeadamente a percentagem de tecidos removidos por necrófagos ou a percentagem de decomposição.

A causa de morte foi identificada a partir da realização de uma avaliação sumária aos indícios encontrados no terreno, quando o estado destes o permitiu. Sempre que possível, foi confirmada a causa de morte, através da realização de uma necropsia.

A mortalidade de morcegos, assim como a mortalidade de aves associada a fontes externas à linha elétrica em estudo foram também registadas e reportadas. No entanto, estes registos foram excluídos das estimativas de mortalidade associada à linha.

Todos os cadáveres/vestigios encontrados foram removidos do local de forma a evitar duplicação de registos em visitas posteriores. Sempre que se detetaram cadáveres pertencentes a espécies com estatuto de ameaça (VU, EN ou CR) e a observação externa de indícios não foi suficiente para confirmar a causa de morte, procedeu-se, sempre que possível, à realização da respetiva, por forma a confirmar a causa da morte.

Os trabalhos de campo foram realizados com recurso a fichas e mapas de campo, onde foram registados os dados, GPS, máquina fotográfica digital, luvas e sacos de plástico.

3.2.2/ Localização das unidades de amostragem

A prospeção de mortalidade foi realizada considerando a sensibilidade das áreas atravessadas pela linha. Por um lado, nas áreas consideradas como mais sensíveis para a avifauna do ponto de vista do risco de colisão, correspondentes aos troços onde foram instalados dispositivos anti-colisão (BFD's), toda a extensão atravessada pela linha elétrica foi amostrada. Por outro lado, foram amostradas áreas de controlo em troços da linha sem BFD's. Os BFDs são espirais de sinalização dupla de cor branco e vermelho/laranja, espaçados de 10 em 10 metros em cada cabo de terra, dispostos alternadamente, o que em perfil resulta num espaçamento de 5 em 5 metros.

Os troços foram selecionados de forma a serem, sempre que possível, representativos (em termos de proporção relativa) das ocupações de solo atravessados nessa seção da linha (ponto 3.1/).

Na Tabela 3.1 são apresentados os troços prospetáveis (PMx) da linha elétrica, de acordo com a validação realizada em campo, bem como a respetiva extensão (em metros) e a presença ou ausência de BFD's. Não foram identificadas áreas não prospetáveis nas parcelas de terreno inseridas nos troços da linha elétrica.

Deste modo, foram amostrados 4 troços para a monitorização de ocorrência de mortalidade (PMx), que perfazem uma extensão aproximada de 7,2 km, o que corresponde a cerca de 27% da extensão total da linha (**Desenho 2.3 – PD**).

Tabela 3.1 – Caraterização dos troços definidos para prospeção de mortalidade

Troço	Apoios	BFD's	Extensão (m)
PM1	P6 – P8	Sim	1 075
PM2	P27 – P29	Não	933
PM3	P31 – P40	Não	4 015
PM4	P61 – P65	Sim	1 150

3.2.3/ Parâmetros de amostragem

Os parâmetros a monitorizar na área da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV foram os seguintes:

- Número de indivíduos e de espécies encontradas;
- Idade e sexo (quando possível);
- Localização;
- Data aproximada da morte;
- Ocupações e cobertura do solo no local de morte;
- Condições meteorológicas no dia e dias anteriores à campanha;
- Taxa de Mortalidade Observada (TMO);
- Taxa de Mortalidade Estimada (TME);
- Estimativa global de mortalidade (EGM).

3.2.4/ Duração e frequência da amostragem

Foi realizada uma campanha de amostragem por período fenológico: invernada (dezembro–fevereiro) nidificação (março–abril), dispersão de juvenis (junho) e migração pós-reprodutora (setembro–outubro). As campanhas foram realizadas na totalidade dos troços em que se realizou a prospeção de cadáveres, e foram compostas por 4 visitas consecutivas, realizadas com um intervalo máximo entre si de 7 dias. O intervalo entre visitas foi adaptado em função dos resultados obtidos nos testes de decomposição/remoção de cadáveres.

O protocolo standard, que se baseia nas 4 visitas por época com intervalo de uma semana, foi complementado por visitas adicionais de frequência mensal, apenas nas áreas de maior sensibilidade para a avifauna (entre os apoios P6 e P8, e P61 e P65), para minimizar a possibilidade de eventos pontuais de mortalidade (em particular nas espécies ameaçadas e de maior porte) não serem identificados. As prospeções adicionais foram realizadas nos períodos não abrangidos pelas prospeções do protocolo standard, garantindo que o intervalo entre as fosse o mais regular possível.

As campanhas foram realizadas de acordo com a calendarização exibida na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Periodicidade das campanhas de prospeção de cadáveres

Ano	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2022												•
2023	••••	•	•	••••	•	•	••••	•	•	••••	•	

3.2.5/ Métodos de tratamento de dados

3.2.5.1/ Análise descritiva

Foram analisados os resultados de mortalidade no que se refere aos parâmetros amostrados, incluindo o cálculo da Estimativa Global de Mortalidade (EGM).

Os dados obtidos no trabalho de campo foram tratados e inseridos num SIG de modo a serem representados cartograficamente. O SIG incluiu uma carta de biótopos, para que, sobrepondo a carta de biótopos, frequência de voo e densidade de aves fosse possível explicar eventuais concentrações de mortalidade. Esta análise foi efetuada com base em estatística descritiva.

As espécies de especial interesse para a conservação foram alvo de análise detalhada, com vista à caracterização de desequilíbrios no rácio entre sexos e idades.

Os dados foram relacionados com os diferentes biótopos detetados na área da linha da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV.

3.2.5.1.1/ Determinação da Estimativa Global de Mortalidade (EGM)

Para além da apresentação dos dados brutos das campanhas de prospeção, a mortalidade de aves associada à Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV, foi caracterizada, para cada época fenológica durante o período anual monitorizado, tanto para a totalidade da comunidade de aves, como para cada classe de tamanho (porte pequeno, porte médio e porte grande), através da apresentação dos seguintes parâmetros:

- Taxa de Mortalidade Observada (TMO) – número médio de cadáveres encontrados por quilómetro;
- Taxa de Mortalidade Estimada (TME) – número médio estimado de aves mortas por quilómetro;
- Estimativa Global de Mortalidade (EGM) – número estimado de aves mortas para a extensão total da linha elétrica.

O cálculo da TME e EGM teve por base os valores de mortalidade observada no conjunto das prospeções base (protocolo standard) e adicionais (nas áreas de maior sensibilidade para a avifauna, nomeadamente entre os apoios P6 e P8, e P61 e P65), 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, posteriormente apresentados no ver ponto 3.3/, teve sempre em consideração o porte das espécies encontradas mortas.

A TME e EGM foram determinadas com recurso ao estimador GenEst, desenvolvido por Dalthorp *et al.* (2018), que integra num único estimador os conceitos matemáticos e mais-valias dos principais estimadores de mortalidade desenvolvidos até à data, permitindo obter valores de incerteza para todas as estimativas produzidas (quer dos fatores de correção, quer das estimativas de mortalidade).

3.2.5.2/ Análise espaço-temporal

Numa primeira análise, ambas as estimativas foram 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 das linhas em estudo. Nos troços localizados fora de das áreas de maior sensibilidade (nomeadamente entre os apoios P6 e P8, e P61 e P65), sujeitos apenas ao protocolo standard (ponto 3.2.4/), a TME/EGM associada a cada época fenológica foi calculada para os períodos de 4 semanas consecutivas em que decorreram as prospeções base e, posteriormente, extrapolada para os períodos não amostrados, por forma a obter uma TME/EGM relativa à totalidade da época e, ainda, para o período anual. Nos troços em que a linha atravessa as áreas de maior sensibilidade para a avifauna mencionadas anteriormente, sujeitos ao protocolo intensivo (composto por visitas base, complementadas por visitas adicionais), o cálculo da TME/EGM para cada época fenológica foi efetuado de forma diferente consoante o porte das espécies:

- Para aves de grande porte, a TME/EGM calculou-se diretamente com base nos dados recolhidos no conjunto das prospeções base e adicionais, sem recurso a extrapolações;
- Para as de pequeno e médio porte a TME/EGM foi calculada somente com base nas prospeções base, sendo depois extrapolada para os períodos não amostrados.

Os parâmetros de mortalidade (TMO, TME e EGM) foram apresentados não só para a totalidade da comunidade de aves, mas também por classe de tamanho (pequeno, médio e grande porte) e, quando aplicável, por sensibilidade da área. Contudo, consoante as espécies

afetadas pela infraestrutura, puderam 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.

Assim, os resultados de mortalidade foram representados cartograficamente para identificação de eventuais pontos negros. Além disso, tendo por base a distribuição temporal da mortalidade, foi avaliada a ocorrência de padrões temporais, de modo a verificar quais os períodos de maior suscetibilidade.

3.3/ DETERMINAÇÃO DE FATORES DE CORREÇÃO

Os três principais fatores de correção do enviesamento da mortalidade observada foram os seguintes:

- Proporção de cadáveres encontrados na faixa de prospeção;
- Testes de detetabilidade;
- Testes de remoção/decomposição de cadáveres.

3.3.1/ Proporção de cadáveres encontrados na faixa de prospeção

De acordo com uma atualização da revisão bibliográfica sobre este fator de enviesamento, os estudos que quantificaram a percentagem de aves que morre dentro da faixa de prospeção continuam 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 acrescem-se outras, como o facto de as espécies-alvo serem, na maioria dos estudos, aves de médio-grande porte (CIBIO, 2020).

Como tal, a correção do fator de enviesamento da estimativa da mortalidade foi efetuada adotando os seguintes valores de referência:

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

3.3.2/ Testes de detetabilidade

Os testes de detetabilidade de cadáveres decorreram apenas no primeiro ano da fase de exploração, sendo que o seu desenho experimental teve em consideração o nível de visibilidade do solo na faixa de prospeção e o tamanho do cadáver.

Em primeiro lugar foi efetuado um levantamento dos tipos de ocupação/cobertura de solo existentes na faixa de prospeção dos troços selecionados, incluindo a sua variação ao longo do ano, de forma a categorizar essa diversidade de situações em classes de visibilidade do solo (baixa, intermédia e elevada), em função da altura e densidade da vegetação. Utilizando a informação obtida nesse âmbito, os testes de detetabilidade de cadáveres decorreram na faixa de prospeção, em troços (ou seções dos mesmos) representativos de cada uma das classes de visibilidade definidas. Estes testes foram realizados apenas numa época fenológica do primeiro ano da fase de exploração.

A determinação das taxas de deteção dos operadores responsáveis pela monitorização da mortalidade baseou-se na procura e eventual deteção de cadáveres distribuídos ao longo da linha elétrica, tendo-se utilizado cadáveres de diferentes tamanhos (porte pequeno: codorniz, e porte médio: perdiz).

A salvaguarda da amostra mínima necessária para cada tamanho de cadáver, por classe de visibilidade (ou nível de dificuldade de deteção), foi efetuada através da repetição das experiências de detetabilidade, recorrendo aos cadáveres utilizados no âmbito dos testes de remoção, evitando um sacrifício adicional de animais.

Assim, o desenho experimental dos testes de detetabilidade teve em consideração não só o tamanho do modelo, que correspondeu a 1 de 2 níveis, nomeadamente porte pequeno e porte médio, como também em níveis de dificuldade de deteção, que se basearam na

densidade e altura da vegetação. Para cada combinação de nível de dificuldade (baixo, médio e elevado nível de visibilidade) e de nível de tamanho do modelo, foi realizada uma experiência de detecção com 10 modelos, tendo sido cada uma destas experiências replicada três vezes.

Os modelos foram colocados de forma aleatória nos dois eixos espaciais, ou seja, tanto na largura da faixa de prospeção como no comprimento do troço utilizado para a experiência. A extensão dos troços onde se realizaram as experiências nunca foi inferior a 1 km de comprimento por cada 10 modelos a colocar.

Nos testes de detetabilidade participaram dois observadores que também foram responsáveis pelas prospeções de cadáveres. Durante cada experiência, os observadores prospectaram os troços selecionados, seguindo a metodologia mencionada no ponto 3.2.1/, e registaram todos os cadáveres encontrados, considerando as suas classes de tamanho, e respetivas localizações, de forma a possibilitar uma associação à classe de visibilidade em que foram encontrados.

No final de cada experiência, para cada um dos cadáveres, foi compilada a seguinte informação: data e número da experiência; local de colocação (coordenadas GPS) e respetivo troço da linha; classe de visibilidade, nomeadamente baixa, intermédia e elevada); espécie (codorniz, perdiz); detecção (ou não), pelos observadores

Foi ainda feito um registo fotográfico (com escala) de, pelo menos, um modelo/cadáver de cada classe de tamanho, em cada classe de visibilidade.

A capacidade de detecção de cadáveres foi determinada para cada observador responsável pela prospeção de cadáveres, considerando os tipos de ocupação de solo.

Os testes de detetabilidade foram realizados no primeiro ano da fase de exploração, e os resultados obtidos, nomeadamente a probabilidade de detecção dos modelos, em função do seu tamanho e do nível de visibilidade do solo serão utilizáveis para calcular a estimativa da mortalidade dos anos seguintes.

3.3.3/ Testes de remoção de cadáveres

Foram utilizados cadáveres de aves de duas classes de tamanho diferente, nomeadamente codornizes (*Coturnix coturnix*) e perdizes (*Alectoris rufa*), correspondentes a aves de pequeno e médio porte, respetivamente.

Nos testes foram usadas aves provenientes de explorações aviárias, eutanasiadas sem recurso a químicos, por deparar. Os cadáveres foram previamente marcados discretamente, através do corte da ponta da asa, de forma a não os confundir com uma ave que tenha efetivamente colidido com a linha.

Em cada uma das 4 épocas fenológicas do ano, foram distribuídos no terreno 20 cadáveres de cada uma das duas principais classes de tamanho (pequeno e médio porte). Os locais de colocação de cada cadáver foram selecionados de forma representativa das principais ocupações de solo presentes nos troços alvo de prospeção, de forma que esta análise integre a avaliação da eficácia da sinalização.

Os locais de colocação dos cadáveres foram distribuídos de forma aleatória nos dois eixos da faixa de prospeção (largura e comprimento) e distanciados entre si no mínimo 100 metros, de forma a garantir a não saturação da área com cadáveres. Os cadáveres foram sempre manuseados com luvas, para minimizar a contaminação com odores humanos.

Os locais onde decorreram os ensaios foram visitados diariamente até ao 4º dia (inclusive), e depois ao 7º, 14º e 21º dias, após a colocação dos cadáveres, para verificação da sua permanência ou ausência no terreno ou de eventuais vestígios de predação. Sempre que não existiu qualquer vestígio do cadáver colocado ou que o número de penas no local foi inferior a 10, considerou-se que ocorreu uma remoção completa.

Durante a realização dos testes de remoção, foi registada a localização de cada cadáver colocado através de coordenadas GPS, a época do ano, a caracterização das ocupações de solo envolventes, a espécie e o tamanho do cadáver, a data de colocação, a data de remoção e o estado do cadáver.

O estado do cadáver foi um dos seguintes:

- I – intacto;
- P – predado;
- MP – muito predado, ou seja, presença de restos da carcaça e/ou de um conjunto de penas superior a 10 penas;
- D – decomposto;
- MD – muito decomposto;
- R – removido, ou seja, sem presença de vestígios ou presença de um conjunto de penas inferior a 10 penas).

Foi ainda feito um registo fotográfico de cada um dos cadáveres colocados no terreno, com escala.

Este protocolo permitiu a obtenção de curvas de remoção, necessárias para o cálculo de probabilidades médias de permanência de cadáveres.

Na análise dos resultados, foi não só analisada a variável tamanho do cadáver (porte pequeno ou porte médio), como também avaliado o efeito do fator época fenológica. Ou seja, a taxa de remoção de cadáveres foi determinada para cada uma das 4 épocas fenológicas e para cada classe de tamanho de ave.

Os testes de remoção foram realizados em cada época fenológica do primeiro ano da fase de exploração, e os resultados obtidos nesse ano serão utilizáveis para calcular a estimativa da mortalidade dos anos seguintes.

3.4/ ESTUDO DAS TAXAS DE ATRAVESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA SINALIZAÇÃO ANTI-COLISÃO

3.4.1/ Métodos de amostragem

A avaliação das taxas de atravessamento por aves da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV, baseou-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 para taxas de atravessamento foi possível cobrir uma extensão coincidente e representativa (em termos biofísicos) das secções da linha prospectadas para efeitos de avaliação da eficácia dos dispositivos anticolisão.

Para facilitar a observação dos atravessamentos, os pontos de observação foram posicionados no início de um vão, sempre que possível. A partir de cada ponto, recorrendo a binóculos e/ou telescópio, cada observador conseguiu monitorizar adequadamente aves de pequeno porte numa extensão mínima de 400 m de linha (extensão média de 1 vão) e aves de porte médio ou grande (equivalente ao tamanho de um columbiforme ou superior) numa extensão mínima de 800 m de linha (extensão média de 2 vãos).

O número de vãos cobertos por cada ponto depende da orografia do terreno e das ocupações de solo presentes, assim como da extensão dos próprios vãos, pelo que a localização dos pontos foi ajustada caso a caso.

Para cada movimento de atravessamento, de um indivíduo ou bando da mesma espécie, foi feito o registo da data, hora e nome do observador, das localizações do ponto de observação e do vão atravessado, do número de indivíduos e respetiva espécie, da idade e sexo dos indivíduos observados, sempre que possível, da altura de voo aquando do cruzamento da linha e do comportamento perante a linha elétrica.

Foram também registados os parâmetros meteorológicos, nomeadamente a nebulosidade, a precipitação, a intensidade e direção do vento, entre outros que sejam considerados relevantes para o presente trabalho.

Os censos de aves foram efetuados sob condições meteorológicas favoráveis, i. e, na ausência de chuva e vento forte.

O registo dos comportamentos apresentados pelas aves perante a presença da linha elétrica baseou-se nas seguintes ocorrências:

- 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 com a linha elétrica;
- Pousado nos cabos ou apoios da linha, especificando qual o apoio.

Relativamente ao registo da altura de voo, foram consideradas as seguintes classes:

- Classe I – entre o solo e 5m abaixo dos cabos condutores;
- Classe II – entre os cabos condutores e/ou de guarda, incluindo margem de 5m acima e abaixo dos mesmos, respetivamente;
- Classe III – entre 5m acima dos cabos de guarda e uma altura superior a 25m;
- Classe IV – superior a 25m acima dos cabos de guarda).

3.4.2/ Locais de amostragem

Foram definidos 6 pontos de observação para avaliação das taxas de atravessamento, 3 distribuídos pelos troços sinalizados com dispositivos anti-colisão e 3 distribuídos por secções da linha dupla não sinalizadas, coincidentes com os troços definidos como áreas de controlo para a prospeção de cadáveres (ponto 3.2.2/).

A escolha dos locais de amostragem foi validada em campo consoante as condições de visibilidade em cada ponto de observação para avaliação das taxas de atravessamento, nomeadamente de pelo menos 400 m da linha para aves de pequeno porte e de um mínimo de 800 m da linha para aves de médio ou grande porte (**Desenho 2.1 – PD**). Assim, considerando a totalidade de pontos associados a esta metodologia, é garantida a amostragem de uma extensão de 1 km para aves de pequeno porte e de, pelo menos, 2 km para as aves de médio ou grande porte.

Os vãos da linha monitorizados pelos pontos dirigidos à avaliação das taxas de atravessamento estão representados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Vãos da linha monitorizados pelos pontos para avaliação das taxas de atravessamento (TA)

Cód.	Apoios	BFD's	Extensão (m)
TA1	P6 – P8	Sim	1 075
TA2	P6 – P8	Sim	1 075
TA3	P27 – P30	Não	1 405
TA4	P33 – P35	Não	1 104
TA5	P35 – P39	Não	1 694
TA6	P61 – P65	Sim	1 150

3.4.3/ Parâmetros de amostragem

Para determinação das taxas de atravessamento, definiram-se como parâmetros de amostragem:

- Número de indivíduos registados;
- Número de espécies registadas;

- Taxa de atravessamento (número de indivíduos/hora/km) total;
- Taxa de atravessamento (número de indivíduos/hora/km) por espécie;
- Comportamento perante a linha elétrica (de acordo com as ocorrências descritas no ponto 3.4.1/)
- Altura de atravessamento em relação aos cabos da linha (de acordo com as classes descritas no ponto 3.4.1/).

3.4.4/ Duração e frequência da amostragem

Foram realizadas 3 campanhas para determinação das taxas de atravessamento por cada época fenológica, sendo que cada uma consistiu na realização 1 hora de amostragem. As 3 campanhas foram distribuídas por 2 visitas em cada época fenológica.

As 3 campanhas foram realizadas nos principais períodos do dia, ou seja, de manhã (entre o nascer do sol e as 11:00h), a meio do dia (entre as 11:00h e as 15:00h) e durante a tarde (entre as 15:00h e o pôr do sol), em todas as épocas fenológicas, nomeadamente na época invernal (dezembro–fevereiro), na época de nidificação (março–maio), na época de dispersão de juvenis (junho–agosto) e na época de migração pós-reprodutora (setembro–novembro).

As campanhas foram realizadas de acordo com a calendarização apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Periodicidade das campanhas para determinação de taxas de atravessamento

Ano	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2023		

3.4.5/ Métodos de tratamento de dados

3.4.5.1/ Análise descritiva

A análise foi realizada por forma a descrever e sumarizar os resultados dos parâmetros avaliados.

A partir dos dados recolhidos, foram calculadas as taxas de atravessamento (número médio de aves que atravessam a linha/hora/km), tendo em atenção a extensão de linha eficazmente amostrada para aves de pequeno e de médio/grande porte (a partir dos diferentes pontos dirigidos a esta metodologia).

No cálculo deste parâmetro foram incluídos todos os movimentos de aves registados nas várias amostragens, com exceção dos movimentos associados a uma altura de voo superior a 25 m acima dos cabos de guarda, ou seja, foram tidos em conta apenas os registos associados às classes de altura I, II e III (*i.e.*, exclui-se apenas a classe IV).

As taxas de atravessamento foram comparadas com a taxa de mortalidade, tendo sido calculada a frequência de colisão por espécie para cada época do ano, ao longo do período monitorizado, discriminada por biótopo e relacionada com a abundância das espécies no local.

Foi ainda realizada uma caracterização do comportamento de voo das aves nos troços sinalizados comparativamente com os troços não sinalizados. Assim, foi apresentada a frequência de atravessamentos sem alteração do comportamento de voo, com alteração da direção e/ou altura de voo (e em que sentido), e em que houve uma desistência por completo do atravessamento.

Adicionalmente, foram descritas as características das linhas elétricas estudadas (e.g. nº de planos de colisão, dimensões e configuração dos apoios, ocupações de solo atravessadas), 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).

3.4.5.2/ Análise espaço-temporal

Foi efetuada a análise da distribuição espacial dos parâmetros, assim como da frequência de colisão calculada, sendo monitorizadas eventuais variações ao longo das épocas fenológicas e dos vários anos amostrados.

3.5/ CENSOS DE AVIFAUNA PARA AVALIAÇÃO DE EFEITOS DE EXCLUSÃO

3.5.1/ Métodos de amostragem

Devido à impossibilidade de monitorização do período anterior à construção, foi implementado um protocolo IG – *Impact-Gradient*, que assenta na medição da intensidade de utilização de uma área alargada (*buffer* de 2 km) em redor de troços do traçado da linha e assim avaliar a existência de eventuais efeitos de exclusão, por via da deteção de eventuais diferenças significativas nos padrões espaciais de utilização da área pelas aves, que sejam indicativas de evitamentos da linha (cabos e/ou apoios) e das áreas mais próximas. Embora especialmente dirigida para as espécies cegonha-preta (*Ciconia nigra*) e águia-caçadeira (*Circus pygargus*), esta componente contém metodologia adequada para um conjunto mais alargado de espécies de rapinas/planadoras, incluindo algumas com interesse de conservação, mencionadas no EIA, como o açor (*Accipiter gentilis*), pelo que todas as espécies de rapinas/planadoras detetadas foram registadas.

A caracterização dos padrões de utilização do tipo de ocupações de solo, por parte das aves de rapina e outras planadoras presentes na área de estudo, foi efetuada com recurso ao método de pontos de observação, a partir de locais com boa visibilidade sobre a área de implantação da linha e sua envolvente. Este método baseia-se na procura sistemática de indivíduos em voo (através de *scans* regulares com binóculos).

Para cada movimento de um indivíduo ou de um bando da mesma espécie foi feito o registo da data, da hora de início e de fim dos censos, do número de indivíduos de cada espécie observada (bem como o respetivo sexo e idade, sempre que possível), a altura do movimento, e a direção e tipo de voo observado.

O mapeamento dos indivíduos observados foi anotado sobre uma carta militar (à escala de 1:25 000), de modo a permitir a inserção destes dados num Sistema de Informação Geográfica (SIG) e, posteriormente, a sua análise espacial.

Os pontos de observação foram realizados em condições meteorológicas favoráveis (boa visibilidade e ausência de chuva intensa), por forma a maximizar a capacidade de deteção das aves pelos observadores e a evitar eventuais efeitos dessas condições na atividade das aves.

Sempre que detetados voos de atravessamento da linha, foram registados, adicionalmente, tanto os comportamentos apresentados pelas aves perante a presença da linha elétrica, que se baseiam ocorrências mencionadas anteriormente, como a altura de passagem em relação à linha dupla, de acordo com as classes descritas anteriormente (ponto 3.4.1/).

3.5.2/ Locais de amostragem

Foram definidos 5 pontos fixos de observação de rapinas e de outras espécies de aves planadoras, distribuídos por 3 troços da linha elétrica, assim como o respetivo *buffer* de 2 km em torno dos mesmos, representados no **Desenho 2.2 – PD**

A seleção dos troços teve por base a existência de habitat das espécies alvo (assumida com base na carta de uso e ocupação do solo), bem como a proximidade às áreas amostradas no âmbito das restantes metodologias.

No total foram monitorizados 14,7 km de extensão da linha, o que, considerando o *buffer* de 2 km referido no primeiro parágrafo, corresponde a uma área de 57,7 km².

3.5.3/ Parâmetros de amostragem

Considerando que se pretende a caracterização dos padrões de uso da área de estudo por aves de rapina e outras planadoras, identificando as espécies presentes e o tipo e frequência de utilização da zona, definiram-se como parâmetros de amostragem:

- Número de indivíduos registados;
- Número de espécies registadas;
- Distância média dos registos (e das áreas com maior densidade de registos) à linha elétrica;
- Parâmetros comportamentais das aves de rapinas e outras planadoras observadas (e.g. tipo de voo, altura de voo);
- Mapeamento das rotas descritas para as espécies cegonha-preta (*Ciconia nigra*) e águia-caçadeira (*Circus pygargus*);
- Mapeamento das rotas descritas para as restantes espécies de aves de rapinas e de outras planadoras.

Nos casos em que se observou o atravessamento da linha elétrica, foram apresentados, adicionalmente, os seguintes parâmetros:

- Comportamento perante a linha elétrica (de acordo com as ocorrências descritas no ponto 3.4.1/);
- Altura de atravessamento em relação aos cabos da linha (de acordo com as classes descritas no ponto 3.4.1/).

No início de cada período de amostragem, e sempre que se verificaram alterações de relevo, foram registados os dados relativos às condições meteorológicas verificadas: nebulosidade, precipitação e intensidade e direção do vento.

3.5.4/ Duração e frequência da amostragem

Considerando as espécies-alvo, cegonha-preta (*Ciconia nigra*) e águia-caçadeira (*Circus pygargus*), a monitorização da utilização do espaço aéreo das áreas definidas decorreu durante as épocas fenológicas de reprodução. Os pontos de observação dedicados à monitorização das espécies-alvo, bem como das restantes espécies de aves de rapina e outras planadoras, foram amostrados mensalmente entre os meses de fevereiro e julho, de acordo com a Tabela 3.5.

Cada período de amostragem teve a duração de 1 hora e decorreu entre as 2 h após o nascer do sol e 1 h antes do por do sol.

Tabela 3.5 – Periodicidade das campanhas para os censos pelo método de pontos de observação de rapinas e de outras planadoras

Ano	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2023		•	•	•	•	•	•					

3.5.5/ Métodos de tratamento de dados

A não recolha de dados no período anterior à construção da linha constituiu uma limitação significativa a este tipo de objetivos (CIBIO, 2020), em particular para as espécies menos abundantes, pelo que a interpretação dos resultados implicou especiais cautelas, tendo requerido a recolha de informações nos locais de amostragem sobre a qualidade do habitat para as espécies em causa e eventuais fatores externos (à presença da linha) que possam ter afetado a sua ocorrência e abundância.

3.5.5.1/ Análise descritiva

Foram apresentados os valores de riqueza específica e abundância estimada. Foram apresentadas todas as espécies observadas, conjuntamente com o seu estatuto de conservação a nível nacional e comunitário e classe fenológica. Os estatutos de conservação seguem os critérios da “Lista Vermelha das Aves de Portugal Continental” (Almeida *et al.*, 2022), enquanto as classes fenológicas estão de acordo com o “Novo Atlas de Aves Nidificantes em Portugal” (Equipa Atlas, 2008). Esta informação foi também apresentada no anexo relativo ao elenco de espécies total.

Por forma a compreender a utilização do espaço pelas diferentes aves de rapina, foi analisada a proporção de indivíduos por tipologia de utilização do espaço.

3.5.5.2/ Análise espacial

Tendo por objetivo a avaliação da distribuição espacial das espécies na área de estudo, foi efetuada uma transposição das observações e movimentos registados em mapa para uma grelha espacial, em Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para o cálculo das intensidades de utilização das aves por quadrícula, dada a impossibilidade de garantir uma cobertura perfeitamente homogénea da área de estudo, foi determinado o esforço acumulado de monitorização (em tempo x área), com base na estimativa da área monitorizada a partir de cada ponto de observação, devido a obstáculos visuais, como o relevo ou formações florestais.

Como forma de perceber a eventual existência de efeito de exclusão, foi analisada a distribuição dos registos de aves de rapina e outras planadoras em função da distância à linha. Esta análise foi feita para o conjunto de todas as espécies, e ainda individualmente para cegonha-preta (*Ciconia nigra*) e águia-caçadeira (*Circus pygargus*).

3.5.5.3/ Análise temporal

No sentido de avaliar as diferenças dos valores obtidos durante a época de reprodução entre anos da fase de exploração, quanto à utilização da área por parte das espécies de aves de rapina e de outras planadoras, foi analisada a variação mensal e estabelecidos os padrões de utilização por ano.

O tratamento de dados foi efetuado, sempre que possível, por análise de variância e testes de comparações múltiplas, assim como por análise dos estatísticos descritivos básicos dos dados.

3.6/ ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

A análise de resultados foi feita numa perspetiva global, tendo sido considerados todos os dados recolhidos durante as diferentes fases de monitorização do projeto e estabelecida a relação entre eles. Os resultados do plano de monitorização incluem:

- Resultados obtidos;
- Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios de avaliação de dados definidos;
- Avaliação da eficácia das medidas adotadas para prevenir ou reduzir os impactes objeto de monitorização;
- Comparação com as previsões efetuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e calibração de modelos de previsão.

As conclusões são apresentadas de modo sintético e objetivo e incluem:

- Síntese da avaliação dos impactes objeto de monitorização e da eficácia das medidas adotadas para prevenir ou reduzir os impactes objeto de monitorização;
- Análise da pertinência de adoção de novas medidas de mitigação e/ ou de alteração ou desativação de medidas já adotadas;
- Análise da pertinência de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização.

3.6.1/ Critérios de avaliação dos dados

No que diz respeito aos testes e modelos estatísticos de tratamento de dados, foi aplicado um nível de confiança de 95% ($p < 0,05$).

3.6.1.1/ Impactes diretos

No que se refere aos impactes diretos, os dados de mortalidade estimada obtidos foram, por um lado, avaliados em função dos padrões temporais e espaciais determinados e relacionados com os biótopos presentes. Por outro, a mortalidade diferencial de indivíduos, no

que se refere à espécie foi controlada, sendo considerada grave a mortalidade diferencial por espécie, sempre que esta atingiu alguma espécie classificada como ameaçada.

Os dados recolhidos foram analisados no sentido de estimar os impactos da linha em estudo sobre a avifauna local, nomeadamente em termos de espécies mais afetadas e épocas do ano mais sensíveis.

3.6.1.2/ Impactes indiretos

No que diz respeito aos parâmetros considerados para censo de avifauna, a avaliação dos dados foi efetuada recorrendo aos resultados das análises descritivas, verificando a ocorrência de alterações relevantes na composição de espécies e efetivos nos diferentes pontos.

Foram ainda avaliadas as diferenças nos padrões espaciais e temporais, recorrendo aos métodos ANOVA *one-way* (e posteriores testes de comparação múltipla) no caso de 3 ou mais amostras e *t-tests* no caso de 2 amostras.

Foram considerados relevantes os resultados com significância a um nível de confiança de 95% ($p < 0,05$).

3.6.2/ Relação dos dados com características do projeto ou do ambiente exógeno ao projeto

As eventuais variações encontradas nos padrões temporais e/ou espaciais dos dados ao longo do tempo de duração do estudo foram relacionadas com características do projeto de modo a aferir a imputabilidade das mesmas à presença da linha elétrica ou a outros aspetos do projeto.

Os dados foram ainda relacionados com fatores exógenos como sejam os climáticos, biofísicos, ocupação do solo, ocorrência de incêndios ou instalação, após o início do estudo, de infraestruturas na proximidade passíveis de influenciar os resultados.

3.6.3/ Avaliação da eficácia das medidas adotadas para prevenir ou reduzir os impactos objeto de monitorização

A principal medida adotada com o objetivo de prevenir ou reduzir os impactos objeto de monitorização baseou-se na sinalização anti-colisão para aves, instalada nos troços P6-P8 e P61-P65 da linha em estudo. A análise desta medida foi efetuada através da medição dos efeitos da instalação dos dispositivos (espirais de 35 cm de diâmetro, nos cabos de guarda da linha) na potencial redução da taxa de mortalidade de aves por colisão com a linha, mediante a realização da metodologia descrita anteriormente no ponto 3.2/.

A avaliação da eficácia da sinalização anti-colisão foi efetuada com base num desenho experimental do tipo *Control-Impact*, que não corresponde à abordagem mais robusta para este tipo de objetivo. Adicionalmente, o facto de a sinalização ser aplicada em todos os troços considerados de maior sensibilidade para a avifauna pode criar limitações, nomeadamente na semelhança entre os mesmos e os troços controlo (não sinalizados), do ponto de vista das características biofísicas dos troços sinalizados.

Para colmatar estas limitações, os trabalhos de prospeção de cadáveres foram complementados por trabalhos de monitorização do atravessamento da linha pelas diferentes espécies de aves em voo, cuja metodologia está descrita no ponto 3.4/, bem como pela realização de testes de remoção e detetabilidade de cadáveres, cuja metodologia é apresentada no ponto 3.3/.

3.6.3.1/ Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão

A avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão baseou-se na quantificação da eventual redução da mortalidade de aves nos troços sinalizados da linha comparativamente aos troços controlo (não sinalizados), através os seguintes passos:

1. Determinação das Taxas de Mortalidade Estimada (TME) – cálculo da TME (número médio de cadáveres encontrados por quilómetro) tanto para os troços sinalizados como para os troços controlo. Por forma a garantir a comparabilidade das TME obtidas, o cálculo das mesmas incluiu apenas os dados recolhidos nas visitas do protocolo standard, pois asseguram a mesma frequência de amostragem e cobertura dos períodos do ano.

Por forma a aumentar a amostra de cada combinação tamanho e categoria de troço, os fatores de correção da remoção foram calculados para a época “Fria” e para a época “Quente”. A probabilidade de persistência na época “Fria” foi estimada com base nos 20 cadáveres colocados no conjunto da época fenológica hibernada e de reprodução. A probabilidade de persistência na época “Quente” foi estimada com base nos 20 cadáveres colocados no conjunto da época de dispersão pós-reprodutora e de migração outonal.

2. Determinação das taxas de atravessamento de aves – cálculo do número médio de aves que atravessam a linha por quilómetro e por hora tanto para os troços sinalizados como para os troços controlo, 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 foram incluídos todos os movimentos de aves registados nos pontos de observação, com exceção dos movimentos a uma altura de voo superior a 25 m acima dos cabos de guarda.

3. Estimação da eficácia dos dispositivos anti-colisão – cálculo da redução do risco relativo de colisão de aves nos troços sinalizados por comparação com os troços controlo (em percentagem), através da seguinte fórmula:

$$Eficácia_{(redução\ da\ mortalidade,\ em\ \%)} = \left[1 - \frac{TME_{Sinalizado} / Tx. Atrav. Sinalizado}{TME_{Controlo} / Tx. Atrav. Controlo} \right] \times 100$$

A estimação da eficácia dos dispositivos foi determinada para a comunidade de aves de forma global e considerando a totalidade das campanhas de amostragem realizadas, tendo sido aferido esse valor considerando um período temporal específico, bem como em particular para apenas uma espécie ou *taxon*.

3.6.3.2/ Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão

Complementarmente à avaliação do efeito da sinalização na mortalidade de aves, procedeu-se à caracterização da intensidade da sinalização e avaliação do estado de conservação dos dispositivos anti-colisão, já que ambas influenciaram a eficácia da medida de minimização. Através de observação direta, com binóculos e, quando necessário, telescópio, foram avaliados os parâmetros intensidade e durabilidade.

Relativamente ao parâmetro intensidade, foi identificado o número de dispositivos instalados em cada vão (e em cada cabo de guarda), bem como calculado o respetivo espaçamento médio (em metros) entre dispositivos em cada cabo de guarda (e em perfil, assumindo que estão colocados de forma alternada). Esta informação foi recolhida para todos os vãos sinalizados, particularmente numa fase prévia à entrega do Plano de Monitorização, e será recolhida posteriormente, no final do período de monitorização do terceiro ano da fase de exploração.

Já para o parâmetro durabilidade, foi efetuada a caracterização da situação de referência das espirais vermelhas (BFD). A recolha desta informação foi efetuada por amostragem, através da seleção de um conjunto de 50 espirais (que se situam em zonas onde a faixa de servidão oferece acessibilidade), as quais foram alvo de um registo fotográfico (com recurso uma câmara fotográfica com *zoom* ótico) no início da monitorização. Posteriormente, no final dos 3 anos de monitorização em fase de exploração, esse procedimento será repetido para o mesmo conjunto de dispositivos de anti-colisão. O referido levantamento fotográfico foi e será efetuado preferencialmente, e sempre que possível, em situações ótimas de luminosidade.

3.6.4/ Comparação com as previsões efetuadas no Estudo de Impacte Ambiental

Tendo por base as previsões de impactes efetuadas no âmbito do Estudo de Impacte Ambiental, foi feita a comparação dos resultados

obtidos com as mesmas, nomeadamente no que se refere aos descritores afetados, tipo, duração, magnitude e significância dos impactes.

3.6.5/ Medidas de minimização e compensação de impactes

Em função dos resultados obtidos foi analisada a adequação de proposta de medidas adicionais de minimização e compensação de impactes.

3.6.6/ Revisão do plano de monitorização

Em função dos resultados obtidos foi analisada a adequação de proposta de medidas adicionais e compensação de impactes.

3.7/ MATERIAL E EQUIPAMENTOS

Para a consecução dos trabalhos de monitorização serão utilizados os seguintes materiais e equipamentos (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Listagem dos meios técnicos e materiais

Identificação dos meios materiais e equipamentos específicos empregues

Binóculos
Telescópio
GPS Garmin eTrex Vista
Tablet Samsung Galaxy
Máquina fotográfica
Sacos de plástico
Luvas e máscara de proteção
Mala térmica
Fichas de campo
Caderno de campo
Carta Militar de Portugal
Carta de Solos
Ortofotomapas
Software jamovi 2.3.26
Software ArcGIS 10.5

4/ RESULTADOS DO PLANO DE MONITORIZAÇÃO

4.1/ CARACTERIZAÇÃO DE BIÓTOPOS

De forma a associar os valores dos parâmetros definidos e descritos anteriormente com os biótopos existentes na área de estudo, apresenta-se a caracterização dos mesmos no **Desenho 3.1 – PD**.

Considerando que os trabalhos de prospeção de cadáveres e de monitorização do atravessamento da linha pelas diferentes espécies e/ou grupos de aves em voo se complementam mutuamente, na Tabela 4.1 são apresentadas as áreas, e respetivas proporções, dos biótopos monitorizados de forma conjunta para as duas metodologias mencionadas, considerando um *buffer* de 20 m em redor dos troços prospetados, distinguindo as áreas da linha elétrica com e sem dispositivos anti-colisão (BFD's).

Tabela 4.1 – Áreas em que ocorre prospeção de cadáveres e avaliação de taxas de atravessamento, por biótopo (“LE” – Linha elétrica)

Uso e ocupação do solo		LE com BFD's		LE sem BFD's	
Megaclasse	Classe	ha	%	ha	%
3. Pastagens	3.1.1.1 Pastagens melhoradas	0,79	9%	0,70	4%
	5.1.1.3 Florestas de outros carvalhos	0,57	6%	0,32	2%
5. Florestas	5.1.1.7 Florestas de outras folhosas	1,29	14%	1,97	10%
	5.1.2.1 Florestas de pinheiro-bravo	4,35	49%	11,81	60%
6. Matos	6.1.1.1 Matos	1,73	19%	3,80	19%
7. Espaços descobertos ou com pouca vegetação	7.1.3.1 Vegetação esparsa	0,00	0%	1,19	6%
9.1.2.3 Albufeiras de barragens	9.1.2.3 Albufeiras de barragens	0,17	2%	0,00	0%
Total		8,90	100%	19,79	100%

Na Tabela 4.2 são apresentadas as áreas, e respetivas proporções, dos biótopos monitorizados com recurso à metodologia dos pontos fixos de observação de rapinas e outras planadoras, considerando o *buffer* de 2 km em torno de cada ponto.

Tabela 4.2 – Áreas em que são efetuados pontos fixos de observação de rapinas e outras planadoras, por biótopo

Uso e ocupação do solo		Área monitorizada		
Megaclasse	Classe	ha	% por classe	% por megaclasse
1. Territórios artificializados	1.1.1.2 Tecido edificado contínuo predominantemente horizontal	22,5	0,4%	1,0%
	1.1.2.1 Tecido edificado descontínuo	29,9	0,5%	
	1.1.2.2 Tecido edificado descontínuo esparsa	1,5	0,0%	
	1.2.1.1 Indústria	1,5	0,0%	
	1.3.1.1 Infraestruturas de produção de energia renovável	0,7	0,0%	
	1.6.1.2 Instalações desportivas	1,0	0,0%	
2. Agricultura	2.1.1.1 Culturas temporárias de sequeiro e regadio	559,3	9,7%	11,3%
	2.2.2.1 Pomares	1,3	0,0%	
	2.3.2.1 Mosaicos culturais e parcelares complexos	10,5	0,2%	
	2.3.3.1 Agricultura com espaços naturais e seminaturais	79,1	1,4%	
3. Pastagens	3.1.1.1 Pastagens melhoradas	275,7	4,8%	4,8%
5. Florestas	5.1.1.3 Florestas de outros carvalhos	346,8	6,0%	40,9%

Uso e ocupação do solo		Área monitorizada		
Megaclasse	Classe	ha	% por classe	% por megaclasse
	5.1.1.4 Florestas de castanheiro	1,7	0,0%	
	5.1.1.5 Florestas de eucalipto	25,1	0,4%	
	5.1.1.7 Florestas de outras folhosas	543,5	9,4%	
	5.1.2.1 Florestas de pinheiro-bravo	1 401,3	24,3%	
	5.1.2.3 Florestas de outras resinosas	42,3	0,7%	
6. Matos	6.1.1.1 Matos	2 049,2	35,5%	35,5%
7. Espaços descobertos ou com pouca vegetação	7.1.2.1 Rocha nua	3,4	0,1%	6,3%
	7.1.3.1 Vegetação esparsa	361,9	6,3%	
9. Massas de água superficiais	9.1.1.1 Cursos de água naturais	7,7	0,1%	0,2%
	9.1.2.3 Albufeiras de barragens	5,1	0,1%	
Total		5 771,0	100%	100%

4.2/ CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA MORTALIDADE DE AVES POR COLISÃO

Os trabalhos relativos à prospeção mortalidade foram realizados no 1º ano da fase de exploração de acordo com a calendarização apresentada na Tabela 4.3

Tabela 4.3 - Periodicidade das prospeções de mortalidade

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2022												1 e 2
2023	5 e 6, 12 e 13, 19 e 20, 26 e 27	7 e 8	8 e 9	6 e 7, 13 e 14, 20 e 21, 27 e 28	4 e 5	5 e 6	5 e 6, 11 e 12, 18 e 19, 25 e 26	1 e 2	7 e 8	4 e 5, 13 e 14, 20 e 21, 27 e 28	15 e 16	

4.2.1/ Mortalidade observada

Os resultados obtidos nas campanhas de prospeção de mortalidade estão elencados na Tabela 4.4.

Foi registada uma ocorrência de mortalidade (**Desenho 3.6 - PD**). Estes resultados foram obtidos durante a campanha de outubro de 2023, traduzindo-se numa TMO de 0,14 aves/km/ano.

Tabela 4.4 – Mortalidade observada

Ano	Data	Apoios	Troço de prospeção	Espécie	Biótopo	Porte	Categoria de decomposição
EE 1	13 de outubro de 2023	33 - 34	3	Não identificada	Florestas de pinheiro-bravo	Não determinado	Não determinada

4.2.1.1/ Outubro 2023

4.2.1.1.1/ Columbiforme

No mês de outubro de 2023, no trecho de prospeção 3, encontrou-se vestígios de mortalidade sob a linha entre os apoios 33 e 34 (Figura 4.1). Os vestígios consistiram num conjunto de cerca de 50 penas, que foram identificados como pertencendo à ordem Columbiformes.



Figura 4.1 – Vestígios de cadáver de espécie da ordem Columbiformes

4.2.2/ Determinação de fatores de correção

4.2.2.1/ Probabilidade de deteção dos cadáveres pelos observadores

Foram selecionados 3 locais distintos, de acordo com o biótopo e dificuldade de prospeção associada (baixa, média e alta), desconhecidos para o observador. Nestes locais foram depositados 10 cadáveres de 2 portes diferentes (pequeno e médio, Figura 4.2), de uma forma aleatória, ao longo dos dois eixos espaciais, cobrindo uma mancha de terreno de pelo menos 1 km. Estes ensaios foram replicados 3 vezes.

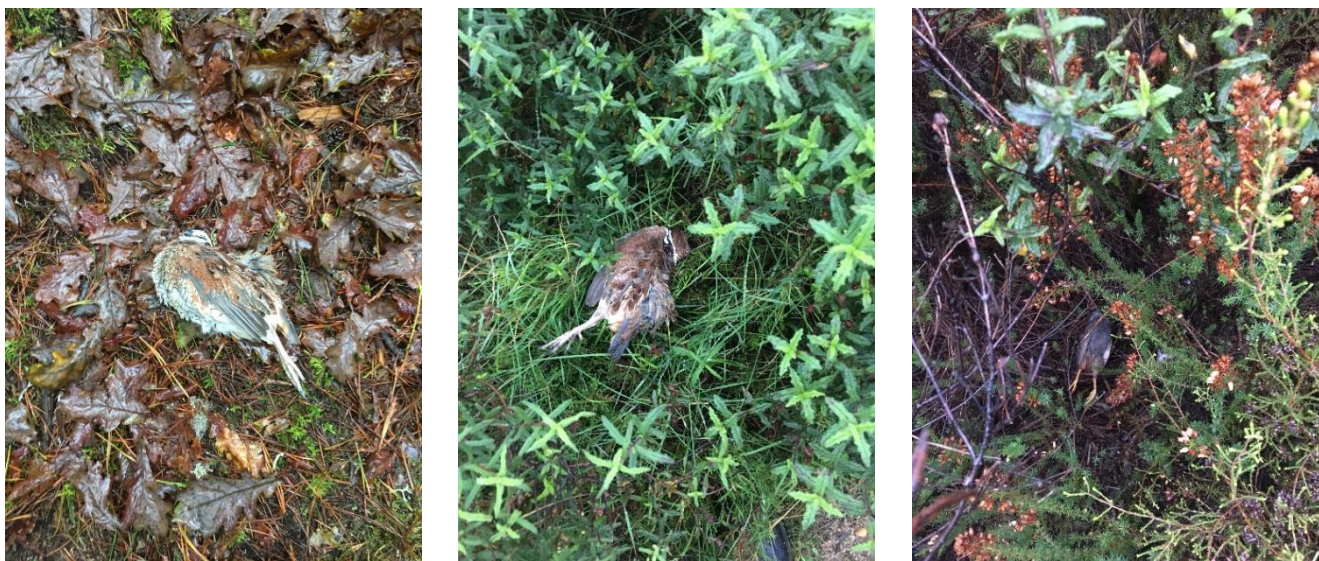


Figura 4.2 – Cadáveres de perdiz e codorniz distribuídos por diferentes classes de visibilidade

Para a determinação da capacidade de deteção procedeu-se ao registo das carcaças encontradas e os resultados foram tratados e agrupados, como demonstrado na Tabela 4.5.

Os valores de PEO obtidos apresentam-se na Tabela 4.5. Estes valores representam a probabilidade de um observador observar um cadáver que está presente na área na altura da prospeção. Para o seu cálculo recorreu-se ao software GenEst tendo-se, para além dos estimadores pontuais, calculado os intervalos de confiança a 90%.

Tabela 4.5 - Resultados obtidos nos testes de detetabilidade (p - probabilidade de deteção dos cadáveres pelos observadores)

Classe de visibilidade	N.º de exemplares utilizados	Porte	p	IC 90%
Alta	30	1	0,943	[0,858; 0,979]
	30	2	0,957	[0,887; 0,984]
Média	30	1	0,759	[0,636; 0,850]
	30	2	0,808	[0,694; 0,886]
Baixa	30	1	0,431	[0,308; 0,563]
	30	2	0,502	[0,373; 0,631]

4.2.2.2/ Probabilidade de persistência dos cadáveres

Durante o primeiro ano da fase de exploração, foi efetuada a determinação do tempo de remoção de aves por necrófagos nas épocas 4 épocas fenológicas (invernada, nidificação, dispersão de juvenis e migração pós-reprodutora) tendo sido utilizados em cada época 20 cadáveres por classe de tamanho (pequeno e médio porte).

Os cadáveres foram distribuídos proporcionalmente pelas diferentes ocupações de solo da área a monitorizar para a prospeção de mortalidade. Assim, por porte, foram colocadas da forma proporcional 20 aves de porte pequeno e 20 aves de porte médio, tendo em conta as três classes de ocupação de solo atravessadas para a linha nas áreas prospetáveis: florestas de pinheiro-bravo, matos e florestas de outras folhosas.

Os locais onde decorreram os ensaios foram visitados diariamente até ao 4º dia (inclusive), e depois ao 7º, 14º e 21º dias, após a colocação dos cadáveres, para verificação da sua permanência ou ausência no terreno ou de eventuais vestígios de predação.

As probabilidades de remoção foram calculadas através do software GenEst. Foi criado um modelo com três variáveis predictoras (Época, Tamanho e Ocupação do solo), sendo que o modelo selecionado pelo AICc seguiu uma distribuição Weibull. Os resultados

para o tempo de persistência de cadáveres encontram-se representados na Tabela 4.6. São também apresentados os valores do parâmetro r , sendo que r_1 corresponde à probabilidade estimada de que uma carcaça que chega num momento aleatório uniforme dentro de um intervalo de T dias persista até o final do intervalo.

Tabela 4.6 - Resultados do modelo para estimação do tempo de persistência de cadáveres nas diferentes épocas fenológicas e diferentes ocupações do solo (Mediana PC – mediana do tempo de persistência de cadáveres (dias); r_7 - probabilidade média de um cadáver persistir até ao sétimo dia da prospeção; r_{28} - probabilidade média de um cadáver persistir até ao vigésimo oitavo dia da prospeção)

Época	Biótopo	Porte	Mediana CP	r_7	r_{28}
Invernada	Florestas de pinheiro-bravo	1	1,971	0,337	0,085
		2	0,978	0,204	0,052
	Matos	1	2,681	0,381	0,095
		2	1,576	0,228	0,057
	Florestas de outras folhosas	1	0,989	0,143	0,036
		2	3,827	0,561	0,143
Nidificação	Florestas de pinheiro-bravo	1	2,409	0,403	0,104
		2	1,931	0,369	0,102
	Matos	1	3,217	0,457	0,114
		2	1,576	0,228	0,057
	Florestas de outras folhosas	1	2,213	0,319	0,080
		2	2,164	0,323	0,081
Dispersão de juvenis	Florestas de pinheiro-bravo	1	1,213	0,210	0,053
		2	2,468	0,440	0,130
	Matos	1	1,137	0,161	0,040
		2	2,201	0,318	0,080
	Florestas de outras folhosas	1	2,501	0,360	0,090
		2	0,728	0,109	0,027
Migração outonal	Florestas de pinheiro-bravo	1	0,504	0,087	0,022
		2	1,750	0,342	0,092
	Matos	1	3,756	0,533	0,133
		2	2,557	0,370	0,092
	Florestas de outras folhosas	1	0,795	0,115	0,029
		2	2,164	0,323	0,081

4.2.3/ Tratamento de dados de mortalidade

De modo a estimar a mortalidade ao longo do traçado alvo de estudo calculou-se, através do estimador GenEst, os parâmetros TME e EGM. Estes cálculos assentam nos valores de mortalidade observada na totalidade das prospeções, ou seja, no somatório dos valores obtidos durante as campanhas standard e complementar, devidamente ajustados pelos fatores de correção do enviesamento.

De acordo com os resultados a estimativa pontual da EGM para o primeiro ano da fase de exploração é de 9,8 aves, com um intervalo de confiança a 90% de 1,0 a 28,9 aves. Estes valores traduzem-se numa TME de 0,37 aves/km/ano, com um intervalo de confiança a 90% de 0,04 a 1,28 aves/km/ano.

Por último, encontra-se representada na Tabela 4.7, para cada troço de amostragem, a relação entre o espaçamento entre BFDs em cada cabo, a taxa de atravessamento, a mortalidade observada, e a classificação dos troços segundo a ocorrência / probabilidade de ocorrência de impacte de acordo com Neves *et al.* (2005). O espaçamento entre BFDs foi calculado contando o número de BFDs nos cabos terra, e dividindo pelo comprimento desse troço. A taxa de atravessamento do troço PM1 foi calculada como a média dos pontos TA1 e TA2, uma vez que ambos cobrem esse troço. Da mesma forma, a taxa de atravessamento do troço PM3 foi calculada como a média dos pontos TA4 e TA5.

Dado que não houve mortalidade em troços sinalizados, não é possível inferir sobre a influência do espaçamento dos BFDs sobre a mortalidade. Nos troços não sinalizados, verificou-se que o troço com mortalidade teve uma taxa de atravessamento superior ao troço em que não se verificou mortalidade.

No que respeita à classificação de impacto, nenhum dos troços atravessa zonas importantes para a conservação de avifauna (ZPE e IBA), não sendo por isso atribuído qualquer classificação C. Não houve mortalidade espécies ameaçadas, pelo que não foi atribuído qualquer critério A ou B. Para atribuição dos critérios teve-se apenas em consideração os resultados obtidos nas taxas de atravessamento. Desta forma, o troço PM2 não registou qualquer atravessamento de espécies ameaçadas, nem contém habitat potencial para essas espécies, pelo que não lhe foi atribuído qualquer critério.

Verifica-se assim que os troços monitorizados pertencem a linhas de terceira prioridade de acordo com a classificação de Neves *et al.* (2005a). Os valores de impacto, por comparação com os apresentados no referido estudo, são muito baixos.

Tabela 4.7 - Relação entre espaçamento entre os dispositivos em cada cabo, mortalidade observada, e classificação de acordo com Neves *et al.* (2005)

Troço	BFD's	Espaçamento BFD (m)	Taxa de atravessamento (N/km/h)	Mortalidade observada	Classificação Neves et al. (2005a)	
					Crítérios	Valor
PM1	Sim	4,8	3,1	0	E	11000
PM2	Não	-	3,4	0		0
PM3	Não	-	5,3	1	E	11001
PM4	Sim	5,3	6,7	0	E	11000

4.3/ ESPÉCIES PRESENTES NA ÁREA DE ESTUDO

Os trabalhos de monitorização de avifauna realizados no primeiro ano da fase de exploração resultaram, considerando as duas metodologias aplicadas (taxas de atravessamento e pontos de observação), na obtenção de 504 registos de aves pertencentes a 46 espécies. Entre estas, contam-se seis espécies com estatuto de ameaça de acordo com Almeida *et al.* (2022), nomeadamente Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) classificado como em perigo, e Açor (*Accipiter gentilis*), Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), Ógea (*Falco subbuteo*), Peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) classificados como vulnerável. A espécie Cruza-bico (*Loxia curvirostra*), tem estatuto de vulnerável caso se trate da população reprodutora, e informação insuficiente caso se trate da população invernante.

As espécies são apresentadas de acordo com a sua fenologia, nomeadamente residentes, migradores nidificantes, invernantes e migradores de passagem (Tabela 4.8; Anexo 1 - AT). Realça-se que uma mesma espécie pode estar associada a mais do que um comportamento fenológico.

De acordo com os resultados verifica-se que a maioria das espécies identificadas na área de estudo são residentes.

Tabela 4.8 – Classe fenológica das diferentes espécies na área de estudo

Classe Fenológica	Residente	Migrador nidificante	Invernante	Migrador de passagem
Nº total de espécies	32	11	6	0

4.4/ ESTUDO DAS TAXAS DE ATRAVESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA SINALIZAÇÃO ANTI-COLISÃO

Os trabalhos relativos à determinação das taxas de atravessamento foram realizados no 1º ano da fase de exploração, de acordo com a calendarização apresentada na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Periodicidade dos censos realizados para a determinação das taxas de atravessamento

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2023	5, 6, 7	-	-	7, 8, 9	-	-	4, 5, 6	-	-	3, 4, 5	-	-

4.4.1/ Análise descritiva

A linha elétrica possui apoios reticulados em aço das famílias “DL”, “DLG” e “EL” (Figura 4.3), com quatro planos de colisão (incluindo os cabos de guarda), sendo que 3300 metros estão sinalizados com BFD (*Bird Flight Diverter*). Os BFD são dispositivos helicoidais de fixação dupla, de cor vermelho e branco, que se ajustam ao cabo de guarda por um enrolamento no mesmo. Estes estão dispostos alternadamente de 10 em 10 metros em cada cabo de terra, o que resulta em perfil num espaçamento aproximado de 5 em 5 metros.



Figura 4.3 – Apoio da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV

A amostragem das taxas de atravessamento de avifauna resultou na contabilização de 404 indivíduos pertencentes a 48 espécies. Dos 404 registos efetuados, 401 atravessaram a linha. Quanto aos restantes registos, 2 foram efetuados em indivíduos que se encontravam pousados nos postes e 1 que desistiu do atravessamento e inverteu o sentido de voo.

A taxa de atravessamento global, ou seja, calculada a partir de todos os indivíduos que atravessaram a totalidade da linha monitorizada, foi de $0,73 \pm 0,11$ aves/km/h.

As espécies que registaram maiores taxas de atravessamento foram Tentilhão-comum (*Fringilla coelebs*), Águia-d’asa-redonda (*Buteo buteo*) e Pintarroxo (*Linaria cannabina*) (Figura 4.4), três espécies comuns e não ameaçadas. Houve ainda um elevado número de registos de passeriformes não identificados, o que resultou da distância a que foram observados uma vez que, tratando-se de aves de pequeno tamanho, a probabilidade de identificação diminui com a distância.

Foram observados 9 indivíduos de 4 espécies ameaçadas a atravessar a linha. As espécies detetadas foram Açor (*Accipiter gentilis*), Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), Peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*), Cruza-bico (*Loxia curvirostra*).

No primeiro ano da fase de exploração apenas foram detetados vestígios de um cadáver durante as prospeções de mortalidade (ponto

4.2.1/). Estes vestígios, compostos por um conjunto de cerca de 50 penas, foram identificados como pertencendo à ordem Columbiformes, sendo que nas taxas de atravessamento apenas foi identificada uma espécie pertencente a esta ordem (*Columba palumbus*), que apresentou uma taxa de atravessamento elevada.

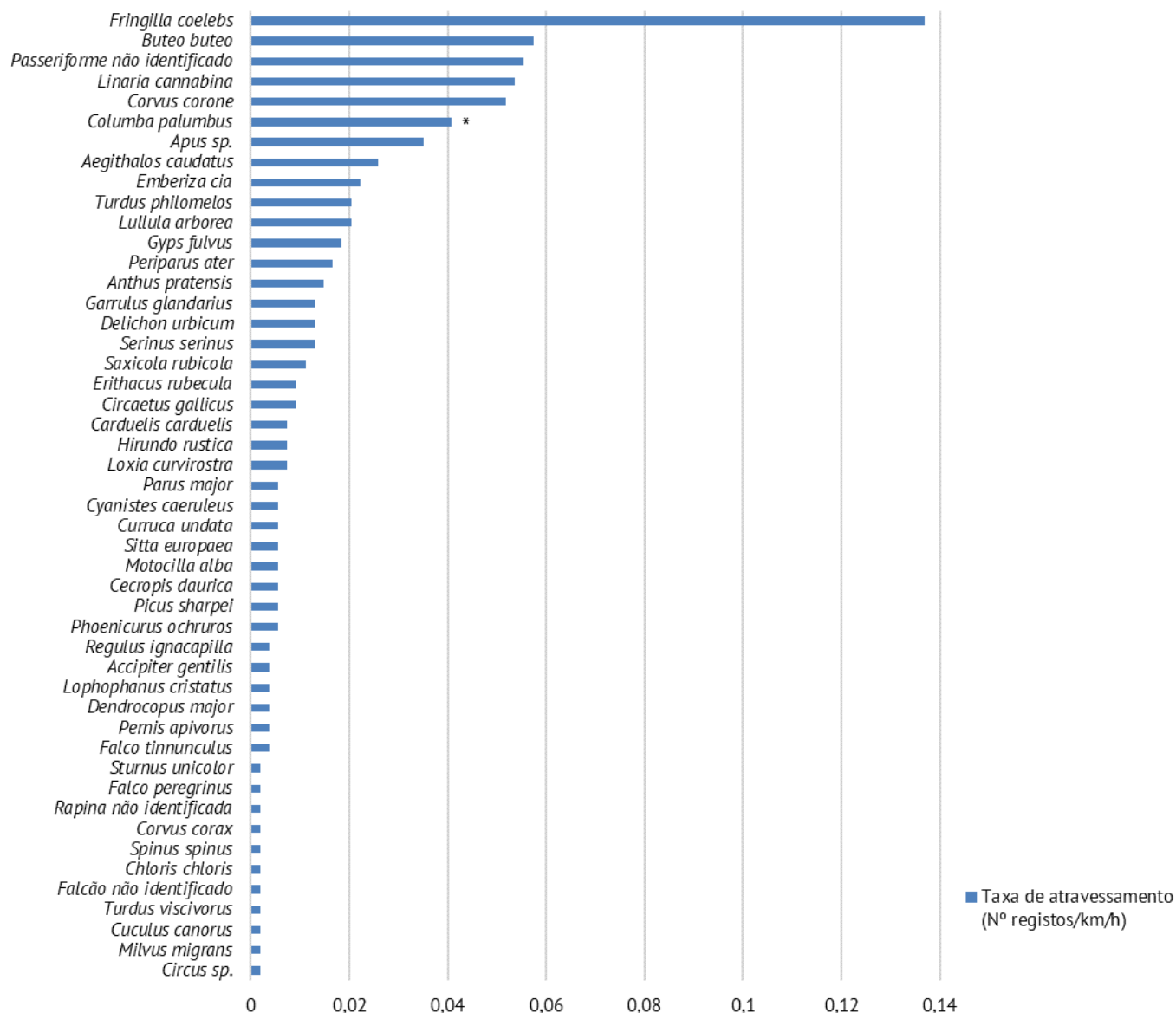


Figura 4.4 - Taxa de atravessamento (N/hora/km) das várias espécies detetadas pelo método das taxas de atravessamento (* - espécie cuja ordem taxonómica foi identificada nas prospeções de mortalidade)

A taxa de atravessamento nos troços sinalizados foi de 1,47 aves/km/h, um valor inferior ao registado nos troços não sinalizados onde a taxa foi de 1,51 aves/km/h. As diferenças entre os dois tipos de troços não foram significativas (U = 7, p = 0,886).

A taxa de atravessamento nos troços sinalizados foi inferior à dos troços não sinalizados nas classes de altitude I e II (Figura 4.5). Já na classe III a ordem inverteu-se, com os troços sinalizados a apresentarem uma taxa superior à registada nos troços não sinalizados.

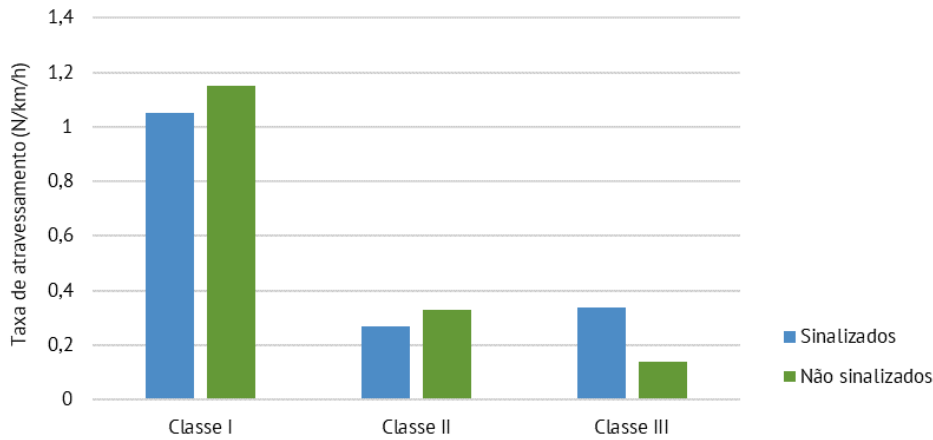


Figura 4.5 – Taxa de atravessamento (N/km/h) nos troços sinalizados e não sinalizados, por altitude de voo

A maioria dos atravessamentos não evidenciou qualquer alteração à rota ou altura de voo, quer nos troços sinalizados quer nos troços não sinalizados (Figura 4.6). Houve, no entanto, alguns indivíduos que ajustaram a rota ou altura de voo, sendo esse ajuste superior nos troços sinalizados. Por fim, houve apenas um indivíduo que desistiu do atravessamento, o que aconteceu nos troços não sinalizados.

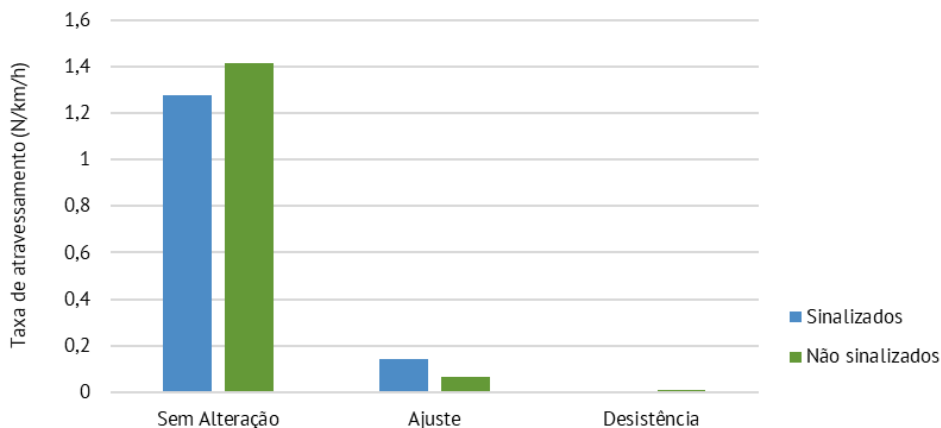


Figura 4.6 – Características do voo nos atravessamentos em troços sinalizados e não sinalizados

4.4.2/ Análise espácio-temporal

A análise da variação das taxas de atravessamento por época fenológica revela que o parâmetro apresentou maior variabilidade temporal nos troços sinalizados, sendo superior nas épocas de ivermada de dispersão (Figura 4.7).

Já os troços não sinalizados mantiveram as taxas de atravessamento sensivelmente constantes ao longo de todo o período monitorizado.

Apesar de a época de migração ser a que registou menor taxa de atravessamento, foi aí que ocorreu o único registo de mortalidade no primeiro ano da fase de exploração.

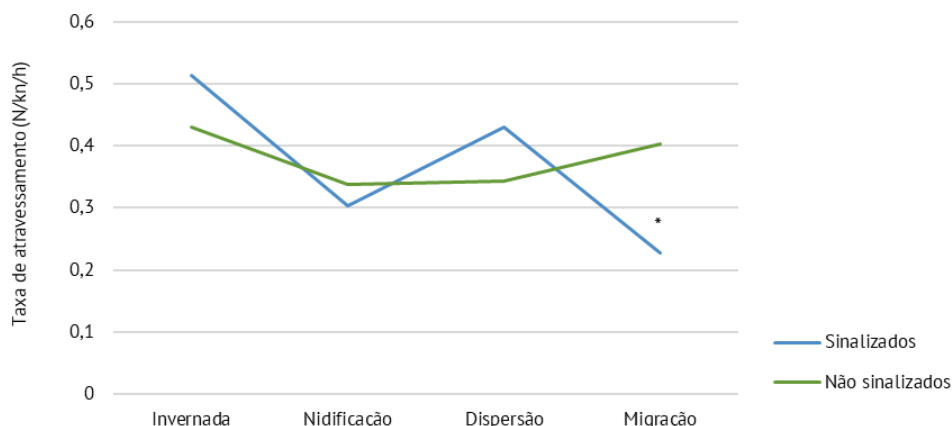


Figura 4.7 – Variação das taxas de atravessamento ao longo das várias épocas fenológicas (* - época em que se detetou mortalidade)

A riqueza específica apresentou uma variação temporal semelhante às taxas de atravessamento, tendo registado valores superiores nos períodos de invernada e dispersão, e inferior na época de migração (Figura 4.8). Verificou-se também um elevado paralelismo entre os troços sinalizados e não sinalizados, assinalando-se apenas uma exceção na época de dispersão nos troços não sinalizados em que, ao contrário do observado nos troços sinalizados, não houve um aumento do parâmetro.

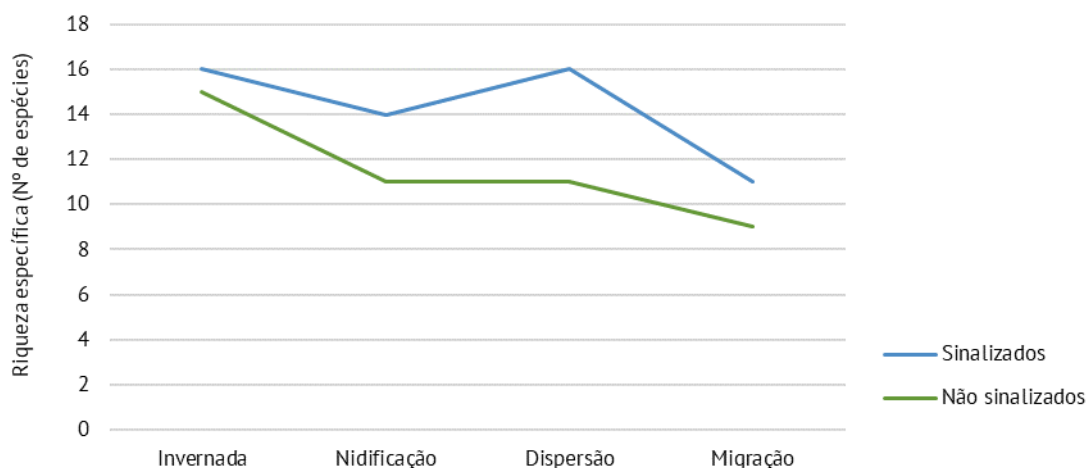


Figura 4.8 - Variação da riqueza específica ao longo das várias épocas fenológicas

No que respeita à distribuição espacial dos registos, verifica-se que a maior taxa de atravessamento foi observada no ponto TA6, que se localiza na zona norte da linha num troço sinalizado. Por outro lado, a menor taxa de atravessamento foi registada nos pontos TA1 e TA2, localizados na zona sul da linha e também num troço sinalizado (**Desenho 3.2 - PD**). Na origem destas diferenças está provavelmente a ocupação do solo em cada ponto. Assim, enquanto no ponto TA6 há uma grande diversidade ocupações do solo, nos pontos TA1 e TA2 cerca de 98% da área é ocupada por florestas de pinheiro-bravo.

O parâmetro riqueza específica seguiu um padrão espacial semelhante ao observado para a taxa de atravessamento, com o ponto TA6 a registar o maior valor (26 espécies), e o ponto TA1 a apresentar o valor mais reduzido (11 espécies; **Desenho 3.3 - PD**).

4.4.3/ Avaliação da eficácia dos dispositivos anti-colisão

A aplicação direta da fórmula apresentada no ponto 3.6.3.1/ tem como resultado uma eficácia de 100% na redução da mortalidade em troços sinalizados. Apesar de o volume de dados ser ainda insuficiente para retirar conclusões sustentadas sobre a eficácia dos

dispositivos anti-colisão, considera-se que a ausência de mortalidade em troços sinalizados é indicativa dessa mesma eficácia. Os dados obtidos no 2º e 3º anos da fase de exploração deverão permitir retirar conclusões mais fundamentadas.

4.5/ CENSOS DE AVIFAUNA PARA AVALIAÇÃO DE EFEITOS DE EXCLUSÃO

Os trabalhos relativos à monitorização de aves de rapina e outras planadoras foram realizados no 1º ano da fase de exploração de acordo com a calendarização apresentada na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Periodicidade dos censos realizados para a monitorização de aves de rapina e outras planadoras

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2023		8, 9	6, 7	11, 12	9, 10	5, 6	9, 10					

4.5.1/ Análise descritiva

Os trabalhos de monitorização de aves de rapina e outras planadoras resultaram na obtenção de 73 registos pertencentes a 11 espécies (Figura 4.9).

No que respeita às espécies alvo da monitorização, houve 2 registos de Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), não tendo ocorrido qualquer observação de Cegonha-preta (*Ciconia nigra*).

Registaram-se 6 espécies ameaçadas, nomeadamente Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), classificado como em perigo, e Açor (*Accipiter gentilis*), Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), Ógea (*Falco subbuteo*), Peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) e Bútio-vespeiro (*Pernis apivorus*), classificados como vulnerável (Anexo 1 - AT).

A espécie mais comum, com 36 registos, foi Águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*), seguindo-se as espécies Águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) e grifo (*Gyps fulvus*), ambas com 6 registos.

De entre as espécies detetadas, 4 são residentes e 7 são migradoras nidificantes (Anexo 1 - AT).

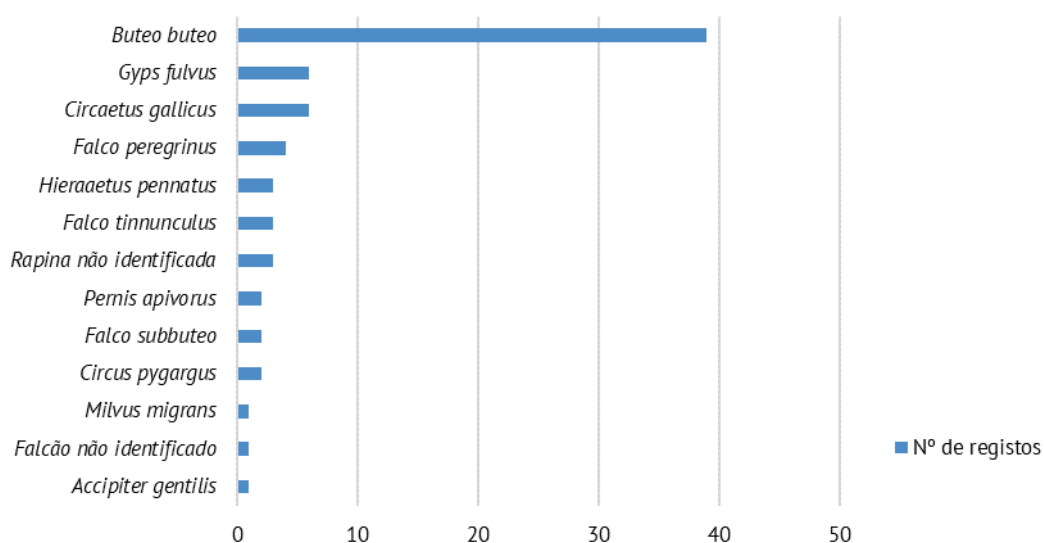


Figura 4.9 – Abundância relativa de aves de rapina e outras planadoras obtida pelo método dos pontos de observação

4.5.2/ Análise espacial

De acordo com os resultados verifica-se que os pontos PO4 e PO2 foram os que registaram maior abundância de aves de rapina e outras planadoras (Figura 4.10; **Desenho 3.4 - PD**), sendo que o ponto PO2 foi também o que registou maior riqueza específica. Por outro lado, os pontos PO1 e PO5 registaram os menores valores de abundância relativa.

Com exceção do ponto PO2, os valores de riqueza específica nos restantes pontos foram muito semelhantes, variando entre as 3 e as 5 espécies.

Os maiores valores da abundância registados no PO4 poderão estar relacionados com a maior diversidade de ocupações do solo que aí existe, aí ocorrendo zonas de matos intercaladas com floresta de pinheiro-bravo, floresta de outros carvalhos, áreas agrícolas de pastagens. Por outro lado, os menores valores de abundância registados no PO1 resultarão provavelmente do facto de cerca de 76% da área ser ocupada por florestas de pinheiro-bravo, resultando numa menor diversidade de ocupações do solo em torno do ponto.

A espécie Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), uma das espécies alvo do presente estudo, foi observada unicamente nos pontos PO2 e PO3, na zona central da linha (**Desenho 3.5 - PD**). Esta zona é ocupada por um mosaico de habitats, aí ocorrendo florestas intercaladas com matos e áreas agrícolas, habitats favoráveis à presença da espécie.

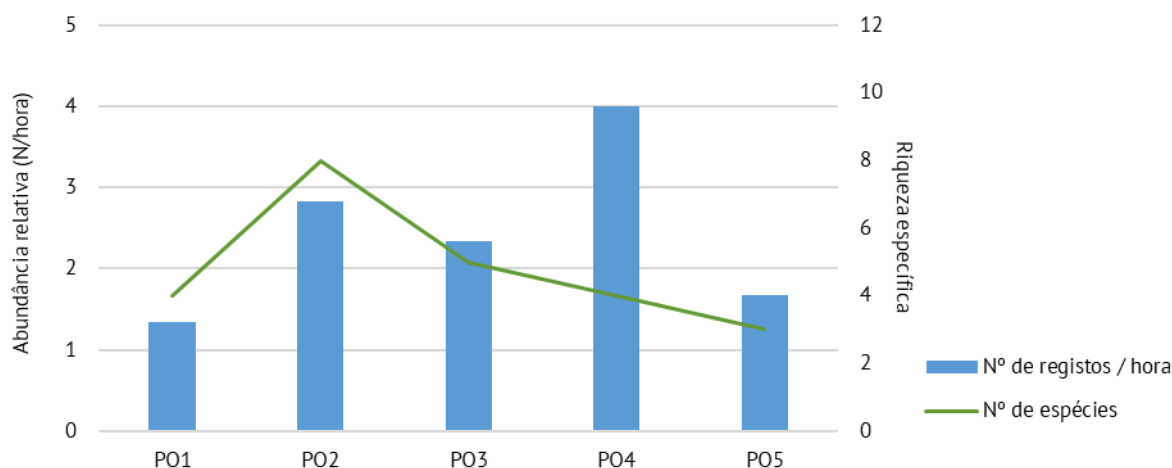


Figura 4.10 – Valores de abundância relativa e riqueza específica nos vários pontos de observação

Para a análise *Impact-Gradient* analisou-se a abundância relativa de aves de rapina e outras planadoras em função da distância à linha. De acordo com os resultados verifica-se que o número de registos diminui abruptamente após os primeiros 250 metros (Figura 4.11).

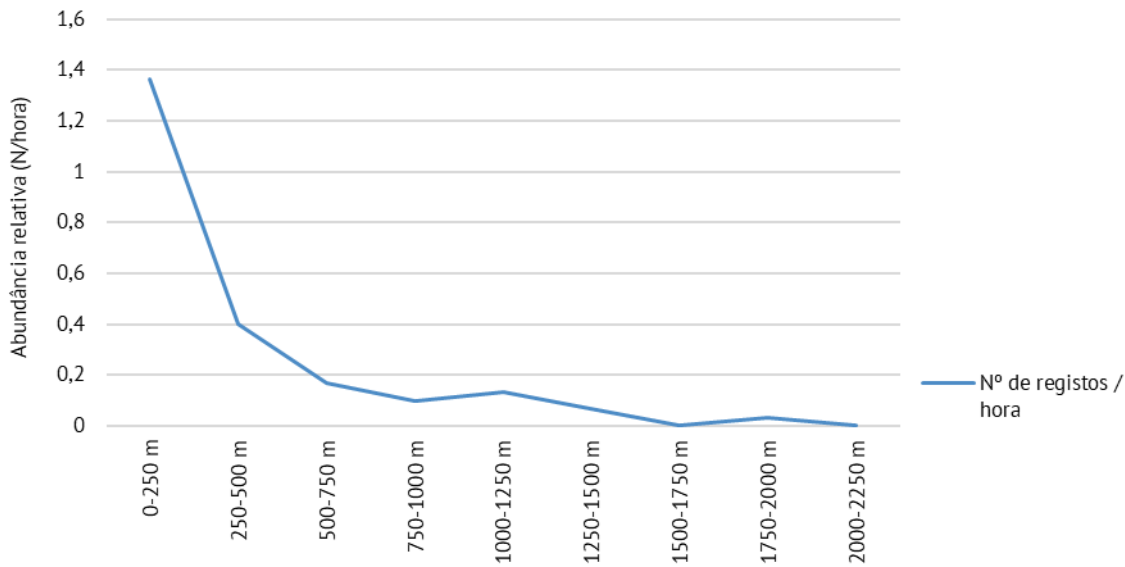


Figura 4.11 – Abundância de aves de rapina e outras planadoras em função da distância à linha

4.5.3/ Análise temporal

A análise da variação mensal da abundância relativa revela que o parâmetro não apresentou grandes oscilações ao longo do período monitorizado, variando entre um mínimo de 9 registos no mês de março e um máximo de 14 registos no mês de abril (Figura 4.12).

Já a riqueza específica apresentou maior variabilidade, tendo oscilado entre um mínimo de duas espécies no mês de junho, e um máximo de 6 espécies no mês de julho.

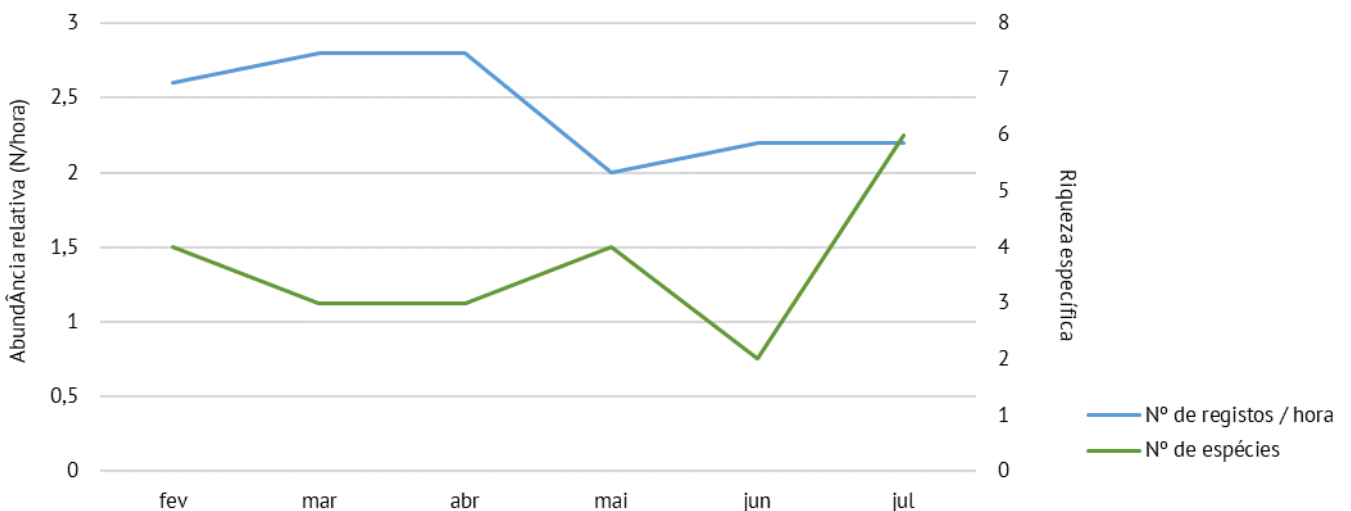


Figura 4.12 – Variação mensal dos parâmetros abundância relativa e riqueza específica obtidos pelo método dos pontos de observação

4.6/ ANÁLISE DE ESPÉCIES SENSÍVEIS

Encontram-se representadas na Tabela 4.11 as espécies detetadas na área de estudo sensíveis à colisão, de acordo com ICNF (2019). Este grupo incluiu as espécies ameaçadas classificadas como vulnerável e em perigo de acordo com Almeida *et al.* (2022), e ainda o Bútio vespeiro, classificado como quase ameaçado, e o grifo, classificado como pouco preocupante.

Todas as espécies apresentam risco de colisão intermédio, não tendo sido detetadas espécies com risco de colisão elevado.

A zona norte da linha, próximo dos pontos TA6 e PO5 numa área onde os troços estão sinalizados com BFDs, foi onde se registou maior densidade de espécies sensíveis (**Desenho 3.7 - PD**). Nesta análise consideraram-se os registos de todas as metodologias de censos de avifauna.

Tabela 4.11 – Espécies sensíveis à colisão

Taxon	Nome	Risco Colisão (ICNF (2019))	Estatutos	Fenologia
<i>Loxia curvirostra</i>	Cruza-bico	Intermédio	VU/DD	Residente/Invernante
<i>Accipiter gentilis</i>	Açor	Intermédio	VU	Residente
<i>Falco peregrinus</i>	Falcão-peregrino	Intermédio	VU	Residente
<i>Falco subbuteo</i>	Ógea	Intermédio	VU	Migrador nidificante
<i>Pernis apivorus</i>	Bútio vespeiro	Intermédio	NT	Migrador nidificante
<i>Gyps fulvus</i>	Grifo	Intermédio	LC	Migrador nidificante
<i>Circus pygargus</i>	Tartaranhão-caçador	Intermédio	EN	Migrador nidificante

4.7/ DISCUSSÃO, INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

4.7.1/ Monitorização de avifauna

Os trabalhos de monitorização de avifauna realizados no primeiro ano da fase de exploração resultaram na obtenção de 504 registos pertencentes a 46 espécies, entre as quais seis espécies ameaçadas. Estes resultados são próximos dos obtidos em trabalhos realizados na região, nomeadamente ECOSATIVA (2023b), cujo estudo resultou na identificação 1069 indivíduos de 45 espécies, entre as quais quatro ameaçadas. Os resultados, no entanto, ficam aquém dos obtidos em monitorizações semelhantes realizadas noutras regiões do país, como por exemplo no nordeste transmontano onde, como descrito em ECOSATIVA (2023a), foram registados 6520 indivíduos de 93 espécies. Considera-se assim que a comunidade avifaunística na área de estudo se caracteriza por valores baixos de abundância relativa e riqueza específica, ressalvando-se, no entanto, que aí ocorrem seis espécies ameaçadas.

O EIA previu a ocorrência na área de estudo de seis espécies ameaçadas. De entre as espécies previstas houve três cuja presença foi confirmada no presente estudo, nomeadamente Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), Açor (*Accipiter gentilis*) e Cruza-bico (*Loxia curvirostra*), não tendo sido confirmada a presença de Cegonha-preta (*Ciconia nigra*), Noitibó-cinzento (*Caprimulgus europaeus*) e Escrevedeira-amarela (*Emberiza citrinella*). Para além das espécies ameaçadas previstas no EIA, foi ainda possível confirmar na área de estudo as espécies ameaçadas Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), Ógea (*Falco subbuteo*) e Peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*).

A avaliação das taxas de atravessamento resultou na obtenção de uma taxa de atravessamento global de $0,73 \pm 0,11$ aves/hora/km. Estima-se, portanto, que ocorram 169308 ± 16615 (média \pm erro padrão) atravessamentos de aves por ano nos 26,5 km de extensão da linha. De entre as espécies mais comuns detetadas por este método encontra-se o Pombo-torcaz (*Columba palumbus*), salientando-se haver um registo de mortalidade da ordem Columbiformes.

Verificou-se uma menor taxa de atravessamentos em troços sinalizados comparativamente com os não sinalizados. Essa diferença verificou-se sobretudo nas alturas de voo I e II, já que na altura de voo III a taxa de atravessamento foi maior nos troços sinalizados.

Os resultados indicam assim que nos troços sinalizados há uma menor taxa de atravessamento à altura dos cabos, e uma taxa superior acima destes.

A maioria dos atravessamentos ocorreu sem que houvesse qualquer alteração à rota ou altura de voo. Houve, no entanto, alguns atravessamentos com ajuste de voo, particularmente nos troços sinalizados, o que sugere que houve mais aves a reagir à presença da sinalização.

As taxas de atravessamento foram superiores nas épocas de internada e dispersão, sendo mais baixas durante a migração outonal. Isto indica que há provavelmente espécies cujo efetivo é reforçado durante o inverno com aves provenientes de outras regiões.

A monitorização de aves de rapina e outras planadoras pelo método dos pontos de observação resultou na obtenção de 73 registos pertencentes a 11 espécies, entre os quais 2 registos da espécie alvo Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*). Para além desta espécie, foram ainda obtidos registos de outras 4 espécies ameaçadas, nomeadamente Açor (*Accipiter gentilis*), Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), Ógea (*Falco subbuteo*) e Peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*), todas classificadas como vulnerável.

A maior diversidade de ocupações do solo em torno dos pontos de amostragem influenciou a abundância de aves de rapina e outras planadoras. Com efeito, verificou-se que estas mostraram preferência por zonas com maior variedade de ocupações do solo, em detrimento de áreas onde há uma ocupação maioritária.

Através da análise *Impact-Gradient* verificou-se existir uma concentração de aves de rapina e outras planadoras na proximidade da linha, diminuindo a sua abundância em função da distância à infraestrutura. Observou-se durante os trabalhos de campo que alguns indivíduos, particularmente das espécies Águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*) e Águia-cobreira (*Circaetus gallicus*), utilizam os apoios da linha como locais de observação, de onde prospeitam a existência de presas. Estas espécies foram as mais abundantes durante o período monitorizado, totalizando 60% dos registos.

No que respeita às espécies alvo, apenas foram obtidos 2 registos de Tartaranhão-caçador, não tendo ocorrido qualquer observação de Cegonha-preta. O reduzido número de registos não permite retirar conclusões sobre um eventual efeito de exclusão destas espécies.

4.7.2/ **Prospecção de cadáveres e determinação de taxas de mortalidade**

No primeiro ano da fase de exploração foi encontrado um cadáver pertencente à ordem Columbiformes, o que se traduz numa Estimativa Global de Mortalidade de 9,8 aves, e numa Taxa de Mortalidade Estimada de 0,37 aves/km/ano.

De acordo com Infante *et. al* (2005) a Taxa de Mortalidade Estimada no Parque Nacional da Peneda Gerês (zona abrangida pelo relatório de Infante *et al.* (2005) mais próxima do local do presente estudo), foi de 0,25 aves/km/ano. Os resultados do presente estudo são assim superiores em 48% aos registados por Infante *et al.* (2005), apesar de em ambos os casos as taxas de mortalidade serem reduzidas.

A Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kv é de tipologia esteira vertical com quatro planos de colisão. Apesar de parecer intuitivo que um maior número de planos de colisão possa estar associado a maior mortalidade, e de haver alguns estudos que apontam nesse sentido, existe pouca evidência científica que suporta esta associação (Bernardino, 2021). Neves *et al.* (2005a) analisou a influência das diferentes tipologias das linhas na mortalidade, não tendo encontrado diferenças significativas entre os troços de esteira vertical e de esteira horizontal.

A classificação dos quatro troços monitorizados segundo a ocorrência / probabilidade de ocorrência de impactes revelou que todos os troços apresentam uma probabilidade de ocorrência de impactes reduzida. No troço PM2 não se registou qualquer ave com estatuto de ameaça a atravessar a linha.

Realça-se facto de no presente estudo não terem ocorrido impactes diretos sobre espécies com estatuto de ameaça. As espécies da ordem Columbiformes não são ameaçadas, e de acordo com Neves *et al.* (2005a) estão entre as vítimas mais frequentes de colisão com linhas elétricas.

4.8/ COMPARAÇÃO COM AS PREVISÕES DE IMPACTES EFECTUADAS NO EIA

4.8.1/ Fase de exploração

4.8.1.1/ Fauna

4.8.1.1.1/ Síntese dos impactes previstos no EIA

O Estudo de Impacte Ambiental refere os seguintes impactes da Linha Dupla Ribeira de Pena – Vieira do Minho 1/2, a 400 kV sobre as aves:

- “A presença da Linha Elétrica poderá potenciar situações de morte de aves por colisão. A significância deste impacte está relacionada com três aspetos principais, a sensibilidade do elenco de espécies a fenómenos de colisão com linhas elétricas, os biótopos atravessados pela linha e a extensão desta.”
- “A presença da Linha Elétrica poderá ainda resultar em fenómenos de exclusão da avifauna, por a sua presença poder representar um obstáculo físico para as espécies. No entanto, prevê-se que as espécies presentes se adaptem à presença da infraestrutura.”

4.8.1.1.2/ Impactes verificados no âmbito do plano de monitorização

- Morte e/ou ferimentos das aves por colisão com a linha

Os impactes diretos observados no primeiro ano da fase de exploração vão ao encontro das previsões do EIA, tendo-se registado a mortalidade de um indivíduo da ordem Columbiformes., que não inclui espécies ameaçadas. Considera-se assim que os impactes, tendo em conta a TME e as espécies potencialmente afetadas, são de baixa significância.

Para além disso, a monitorização de avifauna no primeiro ano da fase de exploração permitiu confirmar a presença de seis espécies ameaçadas na área de estudo, todas com risco de colisão intermédio de acordo com ICNF (2019). Foi ainda confirmada a presença das espécies Grifo e Bútio vespeiro, duas espécies não ameaçadas, mas também com risco de colisão intermédio. Não foi detetada mortalidade de qualquer destas espécies.

- Efeito de exclusão

No que respeita às espécies alvo, foram obtidos 2 registos de Tartaranhão-caçador, não tendo ocorrido qualquer observação de Cegonha-preta. O reduzido número de registos, assim como a ausência de uma monitorização em fase anterior à construção, não permitem retirar conclusões sobre um eventual efeito de exclusão destas espécies.

Para além das espécies alvo, a monitorização abrangeu todas as espécies de aves de rapina e outras planadoras detetadas na área de estudo, não havendo indícios que apontem no sentido da ocorrência de efeito de exclusão. .

4.9/ AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS TOMADAS PARA EVITAR, REDUZIR OU COMPENSAR OS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO

4.9.1/ Estimativa da eficácia dos dispositivos anti-colisão

Uma vez que não se verificou mortalidade nos troços sinalizados, infere-se que os dispositivos anticolisão, por aplicação direta da fórmula apresentada no ponto 3.6.3.1/, tiveram uma eficácia de 100% na redução de mortalidade.

Os dados recolhidos no segundo e terceiro ano da fase de exploração permitirão retirar conclusões mais fundamentadas sobre a eficácia dos dispositivos.

4.9.2/ Monitorização da durabilidade dos dispositivos anti-colisão

No primeiro ano da fase de exploração efetuou-se a caracterização da situação de referência do estado dos BFDs. Para o efeito foram fotografados 50 BFD vermelhos, sendo os resultados apresentados no **Anexo 2 – AT**. Por forma a poder replicar a recolha de fotos no 3º ano da fase de exploração, os BFD foram fotografados sequencialmente entre os apoios P6 e P7.

4.10/ AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Os métodos de amostragem adotados no presente estudo permitiram aferir de forma rigorosa a dinâmica espaço-temporal das várias populações alvo de estudo. A qualidade dos dados recolhidos, assim como a dimensão das amostras, possibilitaram a aplicação de métodos estatísticos robustos, proporcionando uma análise objetiva e fundamentada, e garantindo desta forma a concretização dos objetivos do presente trabalho.

5/ CONCLUSÕES

5.1/ PROPOSTA DE NOVAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E/OU ALTERAÇÃO DE MEDIDAS JÁ ADOPTADAS

Face aos resultados obtidos, não se considera pertinente a proposta de medidas de mitigação.

5.2/ PROPOSTA DE REVISÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

Face aos resultados obtidos, não se considera pertinente a alteração do plano de monitorização em curso.

6/ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida J, Godinho C, Leitão D, Lopes RJ (2022) *Lista Vermelha das Aves de Portugal Continental*. SPEA, ICNF, LabOR/UÉ, CIBIO/BIOPOLIS, Portugal
- Cabral, M.J. (coord.), Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, AL, Rogado, L. & Santos-Reis, M. (eds.) (2006). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. 2ª ed. Instituto da Conservação da Natureza/ Assírio & Alvim. Lisboa. 660 pp.
- 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.
- Bernardino, J. L. V. (2021). Improving impact monitoring and mitigation of bird collisions with power lines.
- Dalthorp, D., Madsen, L., Huso, M., Rabie, P., Wolpert, R., Studyvin, J., Simonis, J., and Mintz, J. (2018). *GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods*, book 7, chap. A2, 13 p. Disponível em: <https://code.usgs.gov/ecosystems/GenEst>
- ECOSATIVA (2023a). *Monitorização de Avifauna – Linha entre o Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor e a subestação do Pocinho, a 220 kV*. Volume I – Relatório Técnico para a empresa REN, S.A. Junho de 2023
- ECOSATIVA (2023b). *Monitorização de Avifauna – Linha Feira - Ribeira de Pena, a 400 kV, troço entre a subestação da feira e o apoio P49 da linha Carrapatelo – Estarreja 3, a 220 kV*. Volume I – Relatório Técnico para a empresa REN, S.A. Junho de 2023
- Equipa Atlas (2008). *Atlas das aves nidificantes em Portugal (1999–2005)*. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Assírio e Alvim. Lisboa.
- ICN (2006). *Plano sectorial da rede Natura 2000*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- ICNF (2019). *Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica – versão revista*. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Relatório não publicado.
- Infante, S., Neves, J., Ministro, J. & Brandão, R. 2005. *Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal*. Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza e SPEA Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Castelo Branco (relatório não publicado).
- Juana, E., & Garcia, E. (2015). *The birds of the Iberian Peninsula*. 6: 192-196
- Neves J., Infante S., & Ministro J. (2005a). *Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Muito Alta Tensão na Avifauna em Portugal*. SPEA – Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves e Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza, Castelo Branco
- Neves J.P., Silva J.P., Infante S., Azevedo H., Severina M. & Figueiredo A. (2005b). *Critérios para a Implementação de Medidas de Minimização de Impactes das linhas da Rede Nacional de Transporte sobre a Avifauna – Listagem de troços de linhas impactantes ou potencialmente impactantes em 2005*. Comissão Técnico-Científica do Protocolo REN/ICN.