



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Andreia Vieira Eliseu

**ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL:
IMPACTO DAS INFRAESTRUTURAS LINEARES NAS AVES
DE RAPINA E PLANADORAS**

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Recursos Biológicos, Valorização do Território e Sustentabilidade, orientado pela Mestre Bárbara Reis Monteiro e pelo Doutor Paulo Jorge Gama Mota e apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Vida.

Julho de 2024

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Ciências da Vida

**ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL:
IMPACTO DAS INFRAESTRUTURAS LINEARES NAS AVES DE
RAPINA E PLANADORAS**

Andreia Vieira Eliseu

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Recursos Biológicos, Valorização do Território e Sustentabilidade, orientado pela Mestre Bárbara Reis Monteiro e pelo Doutor Paulo Jorge Gama Mota e apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Vida.

Julho de 2024



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Este relatório foi redigido no âmbito da unidade curricular “Estágio do Mestrado em Recursos Biológicos, Valorização do Território e Sustentabilidade”, realizado na entidade Sobral & Monteiro Consulting.



Agradecimentos

Começo por expressar a minha gratidão à minha família que, incansavelmente e carinhosamente, me apoia em tudo aquilo que faço, e aos meus amigos, por serem realmente bons amigos e por todas as dicas e palavras de motivação.

Agradeço profundamente aos meus orientadores: Paulo Gama Mota, pela ajuda, principalmente, no desenvolvimento e análise estatística do caso de estudo e pelas sugestões na estrutura e conteúdo do relatório; Bárbara Monteiro, por me dar a oportunidade de participar numa grande variedade de tarefas, o que contribuiu para uma ampla aprendizagem, e pela disponibilidade que teve para me responder às dúvidas que fui tendo e a tudo aquilo que necessitei.

Ao pessoal da Sobral & Monteiro Consulting, um enorme obrigada por me permitirem realizar este estágio e constituírem uma equipa fantástica, com quem dá gosto trabalhar. Aprendi muito com todos. Em especial, quero agradecer à Vanessa, pelo apoio técnico em muitas tarefas, por tudo o que me ensinou e pelos bons momentos de equipa em trabalho de campo. Ao David, por toda a paciência que teve comigo, principalmente, nas análises estatísticas e a ajudar-me a compreender o R. À Leonor e à Carolina por me ajudarem, pacientemente, a dar os primeiros passos nas tarefas da empresa. Ao Filipe, pela simpatia e cedência de fotografias de qualidade. Ao Fred, ao Alexandre, ao Sebastião, aos Luíses, à Sónia e à Catarina, pelos ensinamentos e pelas palavras de apoio.

Por fim, agradeço ao professor doutor e coordenador de mestrado João Loureiro, por oferecer a possibilidade de estágios no mestrado e procurar, persistentemente, novos locais para os realizarmos. Ainda, por estar sempre disponível para responder a qualquer dúvida, dar conselhos e apoiar os nossos percursos e ideias.

Resumo

Ao longo do tempo, o impacto dos seres humanos no ambiente tem aumentado significativamente. A exploração humana dos recursos naturais, como agricultura intensiva, desflorestação, uso de combustíveis fósseis e poluição industrial, é o principal fator de degradação ambiental, afetando o solo, a água, o ar e resultando em perda de biodiversidade. A importância em estudar estes impactos, possíveis remediações e mitigações fez surgir empregos como o consultor ambiental. As empresas de consultoria ambiental realizam avaliações de impacto ambiental em conformidade com a lei, desenvolvem planos de mitigação, monitorizações, entre outras funções. A realização deste estágio com a Sobral & Monteiro Consulting teve como objetivo perceber na prática o trabalho de um biólogo neste tipo de empresas e enriquecer conhecimento nas mais diversas áreas com as quais a consultoria ambiental permite ter contacto.

Ao longo do estágio, desempenhei uma grande variedade de tarefas e trabalhos conforme os projetos a decorrer na empresa. Adquiri experiência e apreendi técnicas de amostragem em trabalho de campo, principalmente, na recolha de dados de biodiversidade e prospeções de mortalidade. O trabalho de escritório permitiu-me obter conhecimento e melhorar habilidades em análise e interpretação de dados, manuseio de *softwares* como o *QGIS*, *DigiKam* e *Excel*, elaboração de relatórios e mapas, pesquisa bibliográfica, redação de pósteres científicos, etc.

A compilação de dados de aves de rapina e planadoras, obtidos pela empresa desde 2018, permitiu elaborar um caso de estudo, avaliando o impacto da presença de Linhas Elétricas de Muito Alta Tensão na altura de voo das aves e construindo um mapa representativo das quadrículas UTM 100 km² com maior risco de colisão das aves com as linhas. Os resultados mostraram que não houve uma alteração significativa nas alturas de voo das aves com a proximidade às linhas elétricas, no entanto, houve diferenças significativas nas alturas de voo entre espécies, especialmente atribuídas à espécie *Falco tinnunculus*. O mapa de risco de colisão obtido permitiu identificar 8 zonas de risco muito elevado.

Desta forma, a realização deste estágio gerou um impacto muito positivo na minha aprendizagem e desenvolvimento de capacidades e permitiu-me desenvolver um caso de estudo com resultados interessantes no que respeita à conservação de aves de rapina e planadoras em Portugal. Serviu também o presente estudo para realçar a utilidade de recorrer a bases de dados obtidas por entidades que realizam estudos de impacto ambiental para estudos de investigação e conservação de espécies.

Palavras-chave: Consultoria Ambiental; Impacto Ambiental; Monitorização; Aves de rapina e planadoras; Linhas elétricas; Colisão de aves.

Abstract

Over time, the impact of human beings on the environment has been increasing significantly. Human exploitation of natural resources, such as intensive agriculture, deforestation, the use of fossil fuels, and industrial pollution, is the main driver of environmental degradation, affecting soil, water, and air and resulting in loss of biodiversity. The importance of studying these impacts, possible remedies, and mitigations has led to the emergence of jobs such as environmental consultants. Environmental consultancy companies carry out environmental impact assessments under environmental laws and develop mitigation plans and monitoring, among other functions. The aim of this internship with Sobral & Monteiro Consulting was to gain a practical understanding of the work of a biologist in this type of company and to enrich my knowledge of the many different areas with which environmental consultancy allows me to contact.

Throughout the internship, I carried out a wide variety of tasks according to the projects taking place in the company. I gained experience and learned sampling techniques in fieldwork, mainly in biodiversity data collection and mortality surveys. The office work allowed me to gain knowledge and improve data analysis and interpretation skills, handling software such as QGIS, DigiKam, and Excel, preparing reports and maps, literature research, writing scientific posters, etc.

The compilation of raptor and glider data obtained from the company since 2018 has made it possible to draw up a case study, assessing the impact of the presence of Very High Voltage Power Lines on bird flight heights and creating a representative map of the 100 km² UTM grids with the greatest risk of birds colliding with the lines. The results showed that there was no significant change in bird flight heights with proximity to power lines, however, there were significant differences in flight heights between species, especially attributed to the *Falco tinnunculus* species. The collision risk map obtained allowed 8 very high-risk zones to be identified.

In this way, this internship had a very positive impact on my knowledge and skills development and allowed me to develop a case study with interesting results for the conservation of birds of prey and gliders in Portugal. This study also served to highlight the usefulness of using databases obtained by entities that carry out environmental impact studies for research and species conservation studies.

Keywords: Environmental consulting; Environmental impact; Monitoring; Birds of prey and gliders; Power lines; Bird collisions.

Abreviaturas

AAE - Avaliações Ambientais Estratégicas
AIA - Avaliação de Impacto Ambiental
APA - Associação Portuguesa do Ambiente
CAD - *Computer-Aided Design*
CCDR - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CO - (Área) Controlo
DCAPE - Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução
DIA - Declaração de Impacte Ambiental
DQA - Diretiva Quadro Água
EGCA - Estudos de Grandes Condicionantes Ambientais
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
EIncA - Estudos de Incidências Ambientais
ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas
LMAT - Linhas de Muito Alta Tensão
PE - Parque Eólico
PERJAIA - Pedidos de Enquadramento no Regime de Avaliação de Impacto Ambiental
RECAPE - Relatórios de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução
RELAPE - (Espécies) Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas ou em Perigo de Extinção
REN - Rede Energética Nacional
SIG - Sistemas de Informação Geográfica
SNAC - Sistema Nacional de Áreas Classificadas
UTM - *Universal Transverse Mercator*

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Consultoria Ambiental.....	1
1.3. A empresa – Sobral & Monteiro Consulting.....	3
1.3.1 Tipos de serviço.....	3
1.3.1.1 Monitorização de fauna e flora.....	3
1.3.1.2 Cartografia	3
1.3.1.3 Levantamentos florestais	3
1.3.1.4 Monitorização de massas de água superficiais	4
1.3.1.5 Acompanhamento ambiental	4
1.3.1.6 Estudos ambientais	4
1.4. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	4
1.4.1 Estudos de Impacto Ambiental (EIA)	6
1.4.2 Monitorização	7
1.4.3 Contribuição dos estudos de impacto ambiental para a investigação.....	8
1.5. Objetivos	8
2. Funções e metodologia dos trabalhos a decorrer na empresa	10
2.1. Trabalho de Escritório	10
2.1.1. Informatização de dados	10
2.1.2. Triagem de imagens e identificação de fauna	12
2.1.3. Criação de listas de fauna e flora	13
2.1.4. Caracterização de pontos de amostragem	14
2.1.5. Análise de dados (morcegos e aves)	15
2.1.6. Escrita de relatórios	19
2.1.7. Compilação de dados	19
2.1.8. Programação de material de campo	19
2.1.9. Elaboração de mapas	20
2.1.10. Contagem de movimentações de aves de rapina por quadrícula UTM 500 m ²	21
2.1.11. Redação de textos sobre temas ambientais.....	22
2.1.12. Formações.....	22

2.1.13. Realização de pósteres científicos	22
2.2. Trabalho de campo.....	23
2.2.1. Aves	23
a) Censos e transectos	23
b) Prospecção de mortalidade	25
c) Testes de remoção de cadáveres	27
2.2.2. Mamíferos e répteis	28
a) Armadilhagem fotográfica	28
b) Transectos	29
2.2.3. Quirópteros	30
a) Pontos e transectos	30
b) Prospecção de abrigos	32
c) Visitas a abrigos	32
d) Prospecção de mortalidade.....	33
2.2.4. Flora.....	34
a) Cintagem e descintagem de árvores.....	34
b) Sementeiras.....	35
c) Prospecção de plantas invasoras	36
3. Caso de estudo: Mapeamento de risco de Linhas Elétricas de Muito Alta Tensão sobre aves de rapinas e planadoras em Portugal Continental	37
3.1. Introdução.....	37
3.2. Materiais e Métodos	41
3.3. Resultados	45
3.4. Discussão.....	52
3.5. Limitações do estudo.....	54
3.6. Conclusão	54
4. Considerações finais e análise crítica.....	55
5. Referências	57

Índice de Ilustrações

Figuras

Figura 1: Exemplo de índice de um relatório de EIA da Sobral & Monteiro Consulting	7
Figura 2: Ficha de campo modelo para a recolha de dados em censos de passeriformes pela Sobral & Monteiro Consulting	10
Figura 3: Ficha de campo modelo para a recolha de dados em transectos de mamíferos e répteis pela Sobral & Monteiro Consulting	10
Figura 4: Exemplo de um mapa com movimentos de voo desenhados por um observador de aves da Sobral & Monteiro Consulting.....	11
Figura 5: Recriação dos movimentos de voo observados em campo no <i>software QGIS</i> , atribuindo o respetivo ID-SIG a cada movimento	12
Figura 6: Identificação de fauna utilizando o <i>software Digikam</i>	13
Figura 7: Exemplo de uma lista de flora realizada pela Sobral & Monteiro Consulting	14
Figura 8: Exemplos de tabelas de caracterização de pontos de amostragem da Sobral & Monteiro Consulting, para pontos de aves de rapina (à esquerda) e para abrigos de morcegos (à direita)	15
Figura 9: Exemplo de um gráfico da atividade de quirópteros da Sobral & Monteiro Consulting. No gráfico a atividade (encontros/h) é apresentada para os pontos de controlo e para os pontos de área de parque eólico, para cada mês de amostragem. São, ainda, indicados os dados médios de temperatura para cada mês em cada uma das áreas.	16
Figura 10: Exemplo de um gráfico de abundância média de aves por ponto de amostragem e em cada área (parque eólico e área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting. As épocas fenológicas estão representadas e diferenciadas por cores	16
Figura 11: Exemplo de um gráfico de abundância média de aves por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting	17
Figura 12: Exemplo de um gráfico de riqueza média específica de aves por ponto de amostragem, por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting	17
Figura 13: Exemplo de um gráfico de riqueza média específica de aves por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting	18
Figura 14: Exemplo de um gráfico de densidade média por ponto de amostragem e por área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting	18

Figura 15: Exemplo de um gráfico de densidade média por época fenológica e por área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting	19
Figura 16: Exemplo de um mapa elaborado no contexto das áreas sensíveis para aves aquáticas ao redor da área de estudo	21
Figura 17: Observação de aves em saídas de campo	24
Figura 18: Fotografias de aves observadas em saídas de campo. A - <i>Turdus viscivorus</i> ; B - <i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i> ; C - <i>Chloris chloris</i> ; D - <i>Erithacus rubecula</i>	25
Figura 19: Prospecção de mortalidade de aves em linhas elétricas	26
Figura 20: Penas de garça-pequena-branca (<i>Egretta garzetta</i>) encontradas na faixa de prospecção das linhas elétricas.....	27
Figura 21: Instalação de câmaras de armadilhagem fotográfica de mamíferos	28
Figura 22: Fotografias de armadilhagem fotográfica. A - Loco-ibérico (<i>Canis lupus</i>); B - Gineta (<i>Genetta genetta</i>); C - Raposa (<i>Vulpes vulpes</i>); D - Texugo (<i>Meles meles</i>).....	29
Figura 23: Transectos lineares de mamíferos e répteis em saídas de campo. Recolha da localização de um vestígio encontrado com GPS de precisão centimétrica (à esquerda) e ficha de campo de recolha de dados e régua-escala (à direita).....	30
Figura 24: Indícios de presença de mamíferos e observação direta de réptil em transectos de saídas de campo. A - Pegadas de texugo (<i>Meles meles</i>); B - Pegadas de coelho ou lebre; C - Lagartixa-do-mato-comum (<i>Psammmodromus algirus</i>)	30
Figura 25: Detecção acústica de quirópteros em saídas de campo. A - Transecto com utilização de microfone e a aplicação “Bat Recorder”; B - <i>AudioMoth</i> ; C - Medição da temperatura e do vento com anemómetro	31
Figura 26: Prospecção e visitas a abrigos de quirópteros. A - Procura de indivíduos; B - Presença de guano; C - <i>Myotis myotis</i> ; D - <i>Rhinolophus euryale/ mehelyi</i>	32
Figura 27: Ficha de campo para recolha de dados em visitas e prospecção de abrigos de quirópteros	33
Figura 28: Prospecção de mortalidade de quirópteros em parques eólicos	34
Figura 29: Cintagem de sobreiro	35
Figura 30: Sementeiras das espécies <i>Armeria rouyana</i> e <i>Thymus capitellatus</i>	36
Figura 31: Recorte do mapa de Portugal com as LMAT (a vermelho) e os movimentos de voo (a verde).....	42
Figura 32: Recorte do mapa de Portugal com os <i>buffers</i> “perto” e “longe” das LMAT	43
Figura 33: Recorte do mapa de Portugal com áreas retangulares de emparelhamento de local para voos perto e longe das LMAT	44

Figura 34: Mapeamento de risco de colisão com as Linhas de Muito Alta Tensão (LMAT) para as aves de rapina e planadoras em Portugal continental, por quadrícula UTM 10x10 km	46
Figura 35: Gráficos das médias estimadas da altura de voo (variável invertida) e a sua comparação entre espécies (gráfico A), entre proximidades às linhas (gráfico B) e a interação espécie - proximidade às linhas (gráfico C).....	52
Figura 36: Póster científico “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge: Vultures, a case study” de Vanessa Rodrigues, Bárbara Monteiro, Filipe Pereira, Leonor Tavares, Andreia Eliseu, Cristina Gordo e Luís Ferreira	61
Figura 37: Póster científico “Risk mapping of linear infrastructures (LMAT) for birds of prey and gliders” de Andreia Eliseu, Vanessa Rodrigues, David Sacras, Frederico Hintze, Bárbara Monteiro, Luís Ferreira e Paulo Gama Mota	62

Tabelas

Tabela 1: Largura da faixa de prospeção de cadáveres de aves recomendada pela CIBIO consoante a tipologia de LMAT (CIBIO, 2020).....	26
Tabela 2: Espécies e número de indivíduos correspondente, incluídas no conjunto de dados A.....	44
Tabela 3: Espécies e número de indivíduos correspondente, incluídas no conjunto de dados B	45
Tabela 4: Valores do índice de risco de colisão por quadrícula UTM 10x10 km	46
Tabela 5: Soma dos índices de risco por espécie	48
Tabela 6: Média e desvio-padrão de alturas de voo por espécie longe e perto das LMAT do conjunto de dados A	49
Tabela 7: Resumo de análise modelo linear generalizado	49
Tabela 8: Comparações entre espécies por método <i>Pairwise</i>	50
Tabela 9: Média e desvio-padrão de alturas de voo por espécie longe e perto das LMAT do conjunto de dados B	50
Tabela 10: Resumo de análise modelo linear misto generalizado	51

Gráficos

Gráfico 1: Espécies com maior índice de risco total. (Imagens obtidas no Pixabay)	48
---	-----------

1. Introdução

1.1. Enquadramento

No âmbito da unidade curricular “Estágio do Mestrado em Recursos Biológicos, Valorização do Território e Sustentabilidade”, foi realizado um estágio com a durabilidade de 9 meses, o qual é relatado no presente relatório. Este estágio teve lugar na entidade Sobral & Monteiro Consulting, uma empresa de consultoria ambiental com sede na Guarda e escritório nas Caldas da Rainha.

1.2. Consultoria Ambiental

Antes de introduzir a consultoria ambiental, importa clarificar a definição de impacto ambiental. Na literatura técnica surgiram várias definições para este conceito, no entanto, todas contêm os mesmos elementos básicos. De uma maneira simplificada, Westman (1984) definiu o impacto ambiental como “o efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem.”. Outra definição mais integral e precisa, foi apresentada por Wathern (1988): “A mudança de um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.” (Sánchez, 2020).

Ao longo do tempo, o impacto que os seres humanos têm no ambiente tem vindo a aumentar, assim como a nossa consciência desse impacto. Desde a Revolução Neolítica, com o nascimento da agricultura, ao rápido crescimento global após a Segunda Guerra Mundial, os efeitos da atividade humana na natureza têm ganho consideração (Fischer-Kowalski *et al.*, 2014; Goudie, 2018). Os desenvolvimentos tecnológicos, por exemplo, têm feito proliferar o número de formas pelas quais os seres humanos impactam e prejudicam o ambiente. A Segunda Guerra Mundial foi um período revolucionário que contribuiu bastante para este aspeto, no que toca à inovação tecnológica. Foi nesta altura que, por exemplo, os seres humanos começaram a utilizar reatores nucleares para a produção de eletricidade, que recorreram a pesticidas potentes como o diclorodifeniltricloroetano (DDT), que enviaram aviões supersónicos para a estratosfera e que inventaram vários tipos de plástico face às necessidades momentâneas (Goudie, 2018).

Todas estas inovações e atividades, cujo impacto no ambiente, inicialmente, não se conhecia ou desprezava-se, afetam o ambiente de alguma forma. Bisht *et al.*, (2020) defende que, apesar de a natureza ter formas próprias de se degradar, o principal fator de degradação ambiental é a exploração humana dos recursos naturais. Atividades como a agricultura intensiva, o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas, a desflorestação e a desertificação causam degradação do solo; atividades como a acumulação de lixo industrial, a queima de combustíveis fósseis, as descargas marítimas e escorrências de fertilizantes e pesticidas químicos contribuem para a degradação da água; o consumo de energia não renovável em fontes de combustível, o fumo libertado pelas fábricas e veículos e os poluentes orgânicos persistentes ou POP transportados através do ar e da água prejudicam a qualidade do ar e degradam a atmosfera (Bisht *et al.*, 2020; Goudie, 2018). A degradação do solo, do ar e da água provoca a perda de habitats, alterações nos ecossistemas e, conseqüentemente, perda de biodiversidade (Prakash e Verma, 2022).

O aumento acentuado dos níveis populacionais e em parte o aumento geral do consumo per capita, contribui para o crescimento da complexidade, da frequência e da magnitude dos impactos do ser humano no ambiente (Goudie, 2018). Um exemplo clássico que tenta explicar a relação entre a população humana, o seu consumo e os consequentes impactos é a equação “IPAT”, sugerida por Ehrlich e Holdren, no início da década de 1970, propondo que o impacto (I) é o produto da população (P), da afluência (A) e da tecnologia (T). Contudo, hoje já se reconhece que a tecnologia pode ter um papel crucial na mitigação dos impactos ambientais, mesmo com o aumento da população e afluência (Chertow, 2000). Assim, o crescente ganho de consciência dos nossos impactos e das consequências que estes têm e terão, fez surgir interesse em estudar esses impactos, possíveis remediações e mitigações e, consequentemente, fez surgir empregos relacionados, como o consultor ambiental (Sam, 1999).

Apesar de anteriormente existirem precursores da indústria da Consultoria Ambiental, foi a partir de 1970 que começaram a crescer substancialmente nos Estados Unidos, devido ao surgimento do direito ambiental legal com novas obrigações sobre empresas regulamentadas (Owen, 2019; 2021) e, posteriormente, noutros países, devido a acordos e tratados internacionais (Sam, 1999). Num curto período, legislações sobre fatores ambientais como a qualidade do ar e da água, a proteção de espécies ameaçadas e a gestão de resíduos perigosos reformularam o sistema jurídico americano. Essa explosão legislativa transformou diversos setores profissionais, resultando, entre outras coisas, no surgimento da indústria de consultoria ambiental (Owen, 2019). Atualmente, trata-se de uma indústria global, sendo representada, maioritariamente, por pequenas e médias empresas (Owen, 2021) e que mostra estar a crescer substancialmente nos últimos anos (Mordor Intelligence, 2024).

Owen (2021) indica que os dois principais fatores que impulsionam e permitem a existência do setor da consultoria ambiental são a própria força da economia (existência de entidades e o próprio governo com projetos para construir) e a extensão da regulamentação ambiental. O interesse das empresas privadas em diminuir o seu impacto ambiental tem vindo a aumentar, seja pela preocupação ambiental, para fins de *marketing*, para poupar dinheiro e/ou para minimizar responsabilidades associadas. Desta forma, as empresas de consultoria ambiental são contratadas para ajudar os clientes na diminuição do seu impacto ambiental e a agir dentro da legislação existente na área.

A indústria da Consultoria Ambiental fornece serviços de conformidade a empresas regulamentadas e a entidades do setor público (Alter, 2012; Owen, 2021). Os serviços prestados abrangem uma grande variedade de áreas e atividades, sendo alguns dos serviços básicos as inspeções, avaliações e estudos para identificar e analisar áreas em que o cliente não está em conformidade com os regulamentos existentes (Alter, 2012). Em Portugal, as empresas de Consultoria Ambiental prestam variados serviços, tais como: planeamento ambiental, envolvendo inspeções e avaliações técnicas nas áreas, para identificar restrições e legislação presentes; Estudos de Impacte Ambiental (EIA) e monitorização de biodiversidade; acompanhamento ambiental da obra; licenciamento ambiental; cartografia, através de sistemas de informação geográfica; levantamentos florestais; planos de gestão florestal, resíduos e outros; soluções para mitigação dos impactos; sensibilização ambiental; investigação; etc. (Sobral & Monteiro Consulting, 2024; Floradata, 2024; Bioinsight, 2024; Ecosativa, 2024).

Devido à infinidade de possíveis problemas ambientais, o conjunto de competências que as empresas de consultoria ambiental devem possuir varia muito, podendo necessitar de consultores, biólogos, químicos, geólogos, engenheiros, investigadores, etc. Dependendo do tipo e dimensão do projeto, uma empresa pode necessitar de apenas um destes trabalhadores ou de vários e da conjugação das duas especialidades (Alter, 2012).

1.3. A empresa - Sobral & Monteiro Consulting

A Sobral & Monteiro Consulting é uma empresa de consultoria ambiental que surgiu no mercado em julho de 2018. Atualmente, realiza estudos ambientais, monitorizações, cartografia e acompanhamento de projetos com o objetivo de torná-los mais sustentáveis e dentro das leis ambientais. Os projetos desenvolvidos têm abrangido vários setores, entre os quais as linhas elétricas, os parques eólicos e os parques solares são os mais requeridos até o momento. A equipa de técnicos possui competências nas áreas da flora, vegetação, fauna, ambiente e sistemas de informação geográfica, pelo que a empresa se foca, maioritariamente, na componente da ecologia nos estudos ambientais.

1.3.1. Tipos de serviço da S&M Consulting

1.3.1.1. Monitorização de fauna e flora

A Sobral e Monteiro Consulting realiza monitorização de morcegos, avifauna, flora, vegetação e habitats. A monitorização de morcegos inclui: monitorização ativa e passiva com detetores manuais e detetores automáticos; prospeção de mortalidade e fatores de correção de mortalidade; prospeção e monitorização de abrigos; amostragens com redes de nébula e armadilha de harpa; instalação de abrigos artificiais. A monitorização de avifauna é realizada das seguintes formas: caracterização das comunidades de aves e identificação de espécies, com recurso a diversas metodologias; prospeção de mortalidade e fatores de correção de mortalidade; avaliação do sucesso reprodutivo de espécies protegidas; prospeção e monitorização de ninhos. Por sua vez, a flora, vegetação e habitat são monitorizados por: levantamento e mapeamento de espécies de flora; identificação e mapeamento de vegetação, biótopos, habitats e ocupação do uso do solo; prospeção de espécies RELAPE (Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas ou em Perigo de Extinção); planos de controlo e erradicação de espécies exóticas invasoras; acompanhamento da recuperação da vegetação. Para além dos serviços de monitorização já referidos, ainda é realizada a elaboração de planos de monitorização e de relatórios de avaliação de impactos e monitorização e planeamento de medidas de minimização e compensação para cada grupo referido (morcegos, avifauna, flora, vegetação e habitat).

1.3.1.2. Cartografia

Os serviços de cartografia usados pela empresa compreendem: tratamento de dados em SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e CAD (*Computer-Aided Design*); recolha de dados através de equipamentos próprios, tais como *drones*, GPS de precisão centimétrica, *dataloggers*, etc; desenho de bases de dados, conversão e digitalização de dados; produção de mapas; desenvolvimento de modelos e aplicativos personalizados.

1.3.1.3. Levantamentos Florestais

Nos serviços de levantamentos florestais estão incluídos: levantamentos de arvoredo, incluindo quercíneas; cintagem de árvores para abate; elaboração de pedidos de abate de árvores; plano de compensação do abate de árvores; plano de reconversão da faixa de proteção para linhas elétricas; monitorização do sucesso de plantações; inventário florestal.

1.3.1.4. Monitorização de massas de água superficiais

Na monitorização de massas de água superficiais são implementados protocolos da Diretiva Quadro Água (DQA) para os elementos biológicos ictiofauna, fitobentos, macroinvertebrados, macrófitos e fitoplâncton (aplicável apenas às albufeiras). Os serviços associados a esta monitorização são, assim: amostragens de fitobentos e macroinvertebrados; amostragens de ictiofauna com pesca elétrica e redes, em meios lóticos e lênticos; amostragens de macrófitos; amostragens de fitoplâncton em albufeiras; aplicação do método River Habitat Survey (RHS), uma recolha sistemática de dados associados à estrutura física dos cursos de água; aplicação dos índices para avaliação do estado das massas de água de acordo com a DQA.

1.3.1.5. Acompanhamento ambiental

Este serviço engloba ações de acompanhamento ambiental de obra, desde a fase de planeamento e definição do Plano de Acompanhamento Ambiental de Obra (PAAO) até à sua implementação e supervisão no local.

1.3.1.6. Estudos ambientais

A S&M Consulting elabora diversos estudos ambientais, nomeadamente aqueles que se integram no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), assim como estudos de base e de condicionantes, e apoia também, processos de pós-AIA (monitorizações) para diversas tipologias de projeto. Assim, os serviços desta temática incluem: Estudos base; Estudos de Grandes Condicionantes Ambientais (EGCA); Estudos de Impacto Ambiental (EIA); Pedidos de Enquadramento no Regime de Avaliação de Impacto Ambiental (PERJAIA); Estudos de Incidências Ambientais (EIncA); Relatórios de Conformidade Ambiental (RECAPE); Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE); Monitorizações ambientais; *Due dilligence*.

Entre os serviços mencionados, as tarefas realizadas no estágio, referentes a trabalhos da empresa, estão incluídas nos serviços de monitorização, levantamentos florestais e estudos ambientais, não tendo sido elaborada nenhuma tarefa enquadrada nos restantes serviços.

Para avaliar os impactos significativos no ambiente provocados por projetos de índole pública ou privada, existem instrumentos preparados para garantir uma análise de forma integrada. A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento fundamental de proteção ambiental (APA, s.d.).

1.4. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) trata-se de um instrumento que visa prevenir impactos ambientais de determinados projetos. A sua função inclui recolher informações, identificar e prever os efeitos ambientais desses projetos e sugerir medidas para evitar, reduzir ou compensar os possíveis impactos. Ainda, no processo são definidos programas de monitorização ambiental necessários para o período de vida útil dos projetos. Desta forma, a AIA foi pensada para ajudar na tomada de decisões sobre a viabilidade dos projetos e na respetiva pós-avaliação (CCDR LVT, 2022).

A AIA encontra-se consagrada, enquanto princípio, no artigo 18.º da Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º 19/2014, de 14 de abril). De acordo com o Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro e Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro, o regime jurídico de AIA (RJAIA) aplica-se a todos os projetos suscetíveis de provocar impactos significativos no ambiente. A aplicação do processo de AIA inclui: a preparação de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), da responsabilidade do proponente do projeto e a condução de um processo administrativo (AIA propriamente dito), da responsabilidade das autoridades de AIA, como as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) ou a Agência Portuguesa de Ambiente (APA). O processo de AIA prolonga-se para além da execução do projeto, na designada fase de pós-avaliação (CCDR LVT, 2022).

Assim, o processo de AIA consiste nas seguintes etapas, sendo que nem todas são obrigatórias:

1. Apreciação Prévia e Decisão de Sujeição a AIA - a entidade licenciadora ou competente para autorização do projeto decide se o projeto é sujeito a AIA;
2. Dispensa do Procedimento de AIA - excepcionalmente, quando um projeto é dispensado, total ou parcialmente, do procedimento de AIA;
3. Definição do Âmbito do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) - fase preliminar e facultativa do procedimento de AIA importante para o planeamento do EIA e dos termos de referência;
4. Procedimento de Avaliação (Estudo de Impacte Ambiental) - início do estudo de impacto ambiental propriamente dito, integrando um relatório técnico e um resumo não técnico;
5. Verificação da Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) - o EIA conclui-se com a emissão de uma Declaração de Impacto Ambiental (DIA) e o projeto de execução fica sujeito à verificação de conformidade ambiental com a DIA, nos termos dos artigos 20.º e 21.º do RJAIA, sempre que o procedimento de avaliação tenha ocorrido em fase de estudo prévio ou de anteprojecto;
6. Prorrogação da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) ou da Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE) - nos termos do art.º 24 do RJAIA, na necessidade de ultrapassar os prazos previstos para início da execução do projeto (DIA em fase de projeto de execução ou DCAPE) ou para a apresentação de pedido de verificação da Conformidade Ambiental do Projeto de

Execução (DIA em fase de Estudo Prévio), o proponente pode requerer a prorrogação do prazo de validade da respetiva decisão, sendo no final desta fase emitida uma Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE);

7. Alteração da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) ou da Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE) - nos termos do art.º 25 do RJAIA, durante a vigência de uma DIA ou DCAPE, as medidas de minimização e de compensação ou os planos de monitorização podem ser alterados sempre que haja motivo fundamentado ou circunstâncias que o justifiquem;
8. Pós-Avaliação (Monitorização e Auditorias) - assegura que os termos e as condições de aprovação de um projeto, estabelecidas na DIA ou na DCAPE, são efetivamente cumpridas. Existem duas atividades fundamentais para a Pós-avaliação: Análise dos relatórios de monitorização e de outra documentação relevante; Realização de auditorias por verificadores qualificados pela APA (CCDR LVT, 2022; DGADR, 2020; APA, s.d.).

O estágio desenvolvido na empresa focou-se, maioritariamente, no desempenho de tarefas relacionadas com Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e estudos de Monitorização (fase de pós-avaliação). Portanto, apenas serão abordadas detalhadamente estas duas fases da AIA.

1.4.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Como referido anteriormente, o EIA integra obrigatoriamente um Relatório Técnico e um Resumo Não Técnico. O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) pretende identificar, descrever e avaliar, de forma integrada, os possíveis impactos ambientais significativos, diretos e indiretos, de um projeto e das alternativas apresentadas, tendo em vista suportar a decisão sobre a respetiva viabilidade ambiental do projeto. Com base na avaliação ambiental produzida, o EIA define medidas destinadas a evitar, minimizar ou compensar tais impactos, auxiliando na adoção de decisões ambientalmente sustentáveis (CCDR LVT, 2022; DGADR, 2020).

Para a realização do EIA, o proponente pode contratar profissionais especializados ou empresas de consultoria ambiental com equipas multidisciplinares e experiência na elaboração destes estudos. Estas equipas são responsáveis por avaliar os impactos ambientais do projeto e apresentar os resultados no relatório técnico. Finalizado, o EIA é submetido no SILIAMB pelo proponente. Para apreciação do EIA, a autoridade de AIA nomeia uma comissão de avaliação para, numa primeira fase, verificar a conformidade do EIA e, numa segunda fase, emitir parecer técnico final (CCDR LVT, 2022; DGADR, 2020).

O Conteúdo Mínimo do relatório de um EIA está estabelecido no Anexo V do RJAIA. Segundo o Anexo, o conteúdo deve incluir a descrição e caracterização do projeto, a descrição de alternativas razoáveis (por exemplo, para a localização ou dimensão do projeto), a caracterização da situação de referência e um esboço da sua provável evolução

caso o projeto não seja executado, a identificação dos fatores suscetíveis de serem afetados, a descrição dos prováveis efeitos significativos do projeto no ambiente resultante de um conjunto numerado de atividades e situações, como das tecnologias utilizadas ou da emissão de poluentes, a hierarquização dos impactos ambientais do projeto e das alternativas estudadas e a identificação das medidas de prevenção, minimização e compensação dos impactos negativos (Decreto-Lei n.º 151-B/2013, 2023).

Dentro da caracterização da situação de referência é feita uma análise do estado atual do ambiente na área de estudo, considerando os fatores ambientais suscetíveis de serem afetados e a inter-relação entre os mesmos, incluindo geologia, hidrogeologia, fatores climáticos, qualidade do ar, recursos hídricos, solos, sistemas ecológicos, etc. (DGADR, 2020; Decreto-Lei n.º 151-B/2013, 2023). A Sobral & Monteiro Consulting foca-se na avaliação dos sistemas ecológicos, sendo a área onde possui mais competências. Por norma, a maioria das informações para o EIA é obtida bibliograficamente e com recurso a uma ou várias saídas de campo para avaliar a biodiversidade no local. A figura abaixo representa um exemplo de um índice de um EIA da empresa.

ÍNDICE	
ENQUADRAMENTO DO PROJETO	1
Enquadramento em áreas sensíveis	1
CARATERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA	3
ECOLOGIA	3
1.1.1. Metodologia	3
1.1.2. BIOGEOGRAFIA	6
1.1.3. FLORA	7
1.1.4. VEGETAÇÃO	3
1.1.5. FAUNA	5
1.1.6. SÍNTESE DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA	12
1.1.7. EVOLUÇÃO PREVISÍVEL DA SITUAÇÃO CARACTERIZADA NA AUSÊNCIA DO PROJETO.....	12
IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTES	13
Metodologia	13
Ecologia	13
1.1.8. Fase de construção.....	13
1.1.9. Fase de exploração.....	14
1.1.10. Fase de desativação	14
Impactes cumulativos	14
MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	15
Introdução	15
Medidas gerais.....	15
Ecologia	15
1.1.11. Fase de construção.....	15
1.1.12. Fase de exploração.....	15
1.1.13. Fase de desativação	15
MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL	15
BIBLIOGRAFIA	16
ANEXOS	18
ANEXO I - Espécies de flora elencadas para a área de estudo (Ocorrência: C-confirmada, X – potencial; Exótica: I - Invasora).....	18
ANEXO II - Espécies de aves elencadas para a área de estudo (Ocorrência: C – confirmada, X – potencial; Estatuto de ameaça: LC – Pouco preocupante, NT – Quase ameaçado; DD – informação insuficiente, NE – Não avaliado, VU – Vulnerável, EN – Em perigo, CR – Criticamente em perigo; Fenologia: R – residente, I – invernante, E – estivante, MP – migrador de passagem, MgRep – migrador reprodutor, Int – introduzido).	22

Figura 1 - Exemplo de índice de um relatório de EIA da Sobral & Monteiro Consulting.

1.4.2. Monitorização

O procedimento de Pós-avaliação é gerido pela Autoridade de AIA, com a participação das entidades que detenham conhecimento técnico relevante para a monitorização, devendo o proponente comunicar à autoridade de AIA as datas do início e do termo das fases de construção, de exploração e de desativação do projeto. A monitorização é

realizada em consonância com os Programas de Monitorização constantes da DIA ou DCAPE, sendo os respetivos relatórios enviados à Autoridade de AIA (CCDR LVT, 2022).

A estrutura e conteúdo do relatório de monitorização encontram-se estabelecidos na Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro. O relatório deve conter uma introdução com a identificação do projeto, fase do projeto e objetivos, os antecedentes, como a identificação dos procedimentos de avaliação e de verificação da conformidade ambiental do projeto, da DIA e do programa de monitorização aprovado, a descrição do programa de monitorização identificando os parâmetros a monitorizar, os locais de amostragem, a metodologia de amostragem e análise dos dados, etc., o resultado do programa de monitorização com discussão e interpretação dos resultados e conclusões (Portaria nº395/2015, 2015).

A monitorização é, por norma, dividida em 3 fases: pré-construção, construção e exploração, contendo esta última pelo menos 3 anos de monitorização. A maioria do trabalho de campo realizado no estágio foi procedente de monitorizações, estudos que permitem recolher grandes quantidades de dados, não só referentes ao impacto do projeto em causa, mas também acerca da biodiversidade do local.

1.5. Contribuição dos estudos de impacto ambiental para a investigação

Com o aumento de estudos de impacto ambiental e monitorização de projetos no país, a amostragem de campo associada tem permitido recolher muita informação sobre biodiversidade, abundância, riqueza específica e outras informações, pelas várias regiões onde decorrem projetos a avaliar, cobrindo uma grande área do país. As empresas de consultoria ambiental, como a Sobral & Monteiro Consulting, apresentam um grande contributo neste sentido, recolhendo e informatizando dados de amostragem obtidos por técnicos especializados. Muita desta informação alcançada pode ser útil para estudos de investigação e conservação de espécies.

A abundante recolha de dados nos censos de aves de rapina e planadoras realizada pela Sobral & Monteiro Consulting numa vasta área de Portugal continental e a vulnerabilidade de muitas destas espécies, elege este grupo faunístico como o meu alvo de estudo. No decorrer do estágio, surgiu a oportunidade de explorar estes dados e utilizá-los para mapear o risco de colisão com infraestruturas lineares para as aves de rapina e planadoras em Portugal e tentar perceber se existem diferenças significativas na altura de voo das aves ao voarem perto e longe das linhas. No capítulo 3 deste relatório, são descritos em detalhe os métodos utilizados para responder a estas questões e os resultados obtidos.

1.6. Objetivos

Os meus objetivos com a realização deste estágio incluem perceber na íntegra o trabalho de um biólogo numa empresa de consultoria ambiental e enriquecer o meu conhecimento nas mais diversas áreas com as quais a consultoria ambiental permite ter contacto. Desta forma, espero desenvolver as minhas habilidades e experiência em trabalho de campo, contactar com ferramentas informáticas que me poderão ser úteis, sejam de estatística, informação geográfica, análise de dados, etc., explorar dados recolhidos em campo e

utilizá-los para criar investigações de interesse, como avaliar o impacto das Linhas Elétricas de Muito Alta Tensão no comportamento de voo de aves de rapina e planadoras. Por fim, pretendo partilhar conhecimentos e novos métodos de trabalho entre colegas, desenvolver qualidades pessoais e profissionais, como espírito crítico, espírito de equipa e autonomia na realização de tarefas.

2. Funções e metodologia referentes a trabalhos a decorrer na empresa

2.1. Trabalho de Escritório


Durante o decorrer do estágio, no tempo passado em trabalho de escritório desempenhei uma grande variedade de tarefas associadas a projetos a decorrer na empresa, obtive formações e tive reuniões de equipa. Seguidamente, são indicadas as metodologias utilizadas para cada função/ tarefa exercida em trabalho de escritório.

2.1.1. Informatização de dados

Esta tarefa diz respeito à informatização dos dados que são recolhidos em papel no trabalho de campo. Consiste em preencher tabelas modelo no *Excel*, que variam consoante o tipo de amostragem. Foi realizada a informatização de dados de censos de aves, de prospeção de mortalidade, de transectos de mamíferos, de transectos de aves, de colocação de detetores de morcegos (*AudioMoths*, da *Open Acoustic Devices*), de testes de remoção e de censos de anfíbios. As figuras 2 e 3 mostram exemplos de fichas de campo utilizadas e dos parâmetros que são recolhidos.

Pontos de passeriformes (aves em geral)

Data: _____ Observador: _____
 Ponto: _____
 Hora de início: _____
 Hora de fim: _____ Folha n.º ____ / ____



Vento: Ausente, Fraco, Moderado, Forte Nebulosidade: 0%, <30%, 30-60%, >60%
 Direção do Vento: N, S, E, W, NE, NW, SE, SW Precipitação: Ausente, Fraca, Moderada, Forte
 Temperatura: Frio, Ameno, Calor Visibilidade: <50m, até 250m, até 500m, até 1000m, total

Espécie	N.º ind			Notas
	<50m	50-100m	>100m	

Figura 2 - Ficha de campo modelo para a recolha de dados em censos de passeriformes pela Sobral & Monteiro Consulting.

Transectos

Data: _____ Ponto início: _____
 Transecto: _____ Ponto fim: _____
 Hora de início: _____ Observador: _____
 Hora de fim: _____ Folha n.º ____ / ____

Vento: Ausente, Fraco, Moderado, Forte Nebulosidade: 0%, <30%, 30-60%, >60%
 Direção do Vento: N, S, E, W, NE, NW, SE, SW Precipitação: Ausente, Fraca, Moderada, Forte
 Temperatura: Frio, Ameno, Calor Visibilidade: <50m, até 250m, até 500m, até 1000m, total

Espécie	N.º ind/vestigios	Tipo vestigio	Foto	Notas

Figura 3 - Ficha de campo modelo para a recolha de dados em transectos de mamíferos e répteis pela Sobral & Monteiro Consulting.

A informatização dos dados de censos de aves de rapina e planadoras inclui a passagem das rotas de voo observadas, que foram desenhadas em mapas, para um mapa virtual. Esta informatização é feita utilizando o *software QGIS*, versão 3.28. No *Excel*, para além da informação sobre a ave observada (espécie, número de indivíduos, hora da observação, idade, sexo, altura do voo, tipo de voo, condições meteorológicas, nome do ponto de amostragem) é atribuído um número de identificação às rotas (ID_SIG) para fazer correspondência com as rotas guardadas no *QGIS*, num mapa da área de estudo.

A figura 4 mostra um exemplo de um mapa onde foram desenhadas rotas de voo observadas.



Figura 4 - Exemplo de um mapa com movimentos de voo desenhados por um observador de aves da Sobral & Monteiro Consulting.

A figura 5 apresenta um mapa virtual onde foram recriadas rotas de voo observadas num projeto e a atribuição de um ID-SIG para posterior correspondência do indivíduo e da espécie.

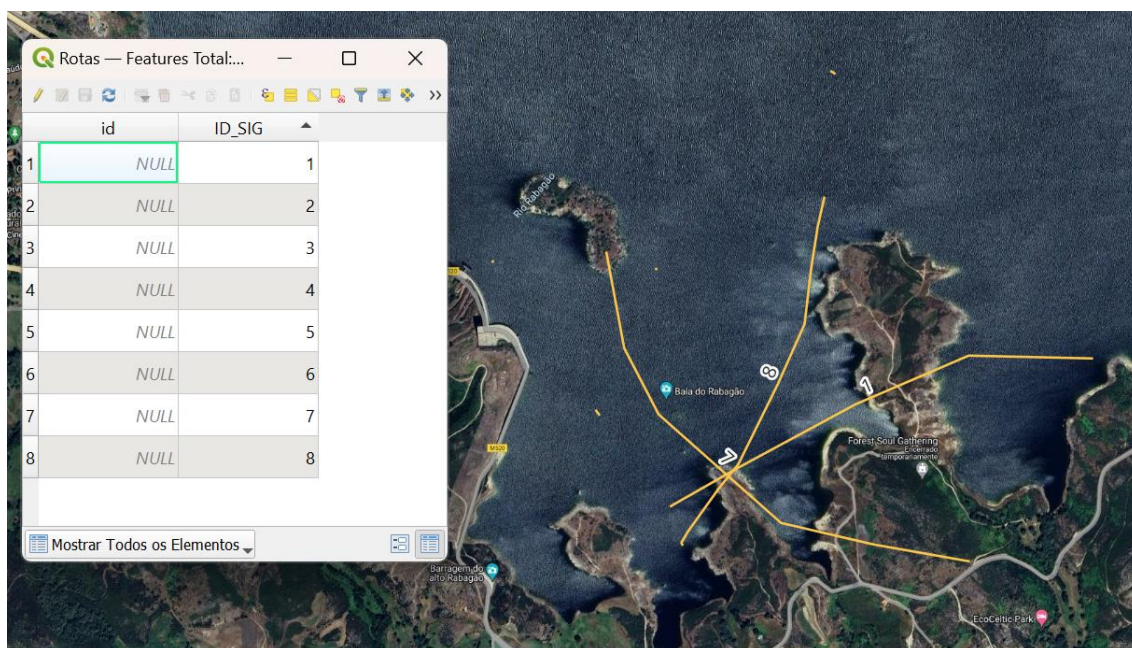


Figura 5 - Recriação dos movimentos de voo observados em campo no *software QGIS*, atribuindo o respetivo ID-SIG a cada movimento.

Ainda referente a informatização de dados, é de incluir a passagem das gravações obtidas na amostragem de morcegos e das fotografias obtidas na armadilhagem fotográfica para o servidor da empresa através dos cartões de memória de cada dispositivo. Devido à quantidade elevada de dados obtida por amostragem, este é um processo que demora tempo e deve ser feito com regularidade para não acumular dados por passar e para libertar cartões de memória para outras amostragens. Esta tarefa é realizada de forma metódica para organizar e fazer corresponder as gravações e fotografias ao respetivo local de amostragem de onde foram recolhidas, dividindo os locais de amostragem por pastas identificadas.

2.1.2. Triagem de imagens e identificação de fauna

A triagem de imagens com fauna corresponde à seleção cuidadosa de fotografias, obtidas pelas câmaras de armadilhagem fotográfica, onde é detetada fauna, no geral, ou um grupo particular que seja de interesse para o projeto em causa.

Após a triagem, a seleção de imagens pode seguir para identificação. Esta tarefa foi realizada através de dois métodos distintos:

- Preenchimento manual de uma tabela no *Excel*, observando a imagem e retirando as seguintes informações: Espécie, número de indivíduos, data e hora da fotografia, ponto de amostragem e estação do ano.
- Utilização complementar dos programas *DigiKam* (da KDE) e *Rstudio* (da Posit PBC). O *DigiKam* contém as etiquetas de identificação prontas a selecionar, tornando a identificação facilitada. O *Rstudio* é utilizado para a criação automática de uma tabela de *Excel* com todos os dados e identificações feitas, através da aplicação de um código pré-definido.

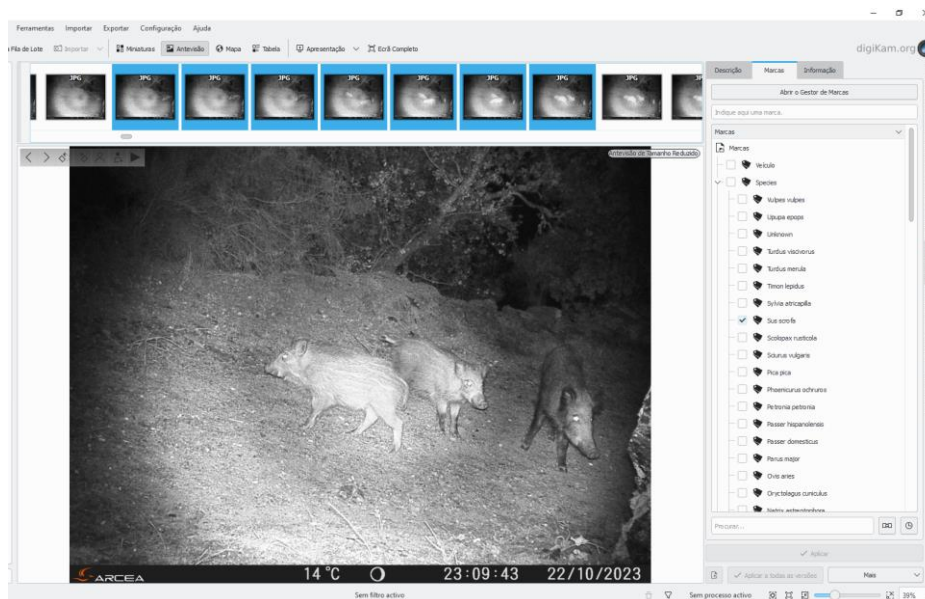


Figura 6 - Identificação de fauna utilizando o *software Digikam*.

Nos projetos que decorreram ao longo do estágio, a identificação teve como principais alvos mamíferos e répteis. Para auxílio na identificação dos mamíferos nas imagens, recorreu-se ao “Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental” (Mathias *et al.*, 2023).

2.1.3. Criação de listas de fauna e flora

Esta tarefa diz respeito à recolha de informação sobre a fauna e flora com possível ocorrência numa determinada área de Portugal, a área onde se pretende implementar o projeto. É criada uma tabela em *Excel* para a fauna e para a flora que indica a possível ocorrência de espécies, de acordo com a bibliografia. Para este efeito, utiliza-se a grelha de 10x10 km de projeção geográfica UTM (*Universal Transverse Mercator*) e anotam-se as quadrículas que contêm a área de estudo. É através destas quadrículas que é possível obter informação sobre a fauna e flora que poderá existir naquela área.

Na lista da flora, a informação é retirada do site “Flora.On” ao pesquisar as quadrículas que queremos, e, para além da taxonomia, é apontado o grau de endemismo, a naturalidade, a legislação e o estatuto das espécies. Ainda, são destacadas as espécies RELAPE, isto é, as espécies Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas ou em Perigo de Extinção. Na lista da fauna, a informação é retirada de atlas de biodiversidade, das diretivas de Aves (2013-2018) e Habitats (2013-2018; 2007-2012) e da plataforma “eBird”, utilizando os *hotspots* em vez das quadrículas UTM. Esta lista de fauna apenas inclui mamíferos, aves, répteis e anfíbios.

Nos projetos onde interessa a ictiofauna de água doce, a pesquisa é feita com recurso ao “Guia dos peixes de Água Doce e Migradores de Portugal Continental” (Collares-Pereira *et al.*, 2021), que contém informação geográfica sobre todos os peixes de água doce conhecidos em Portugal.

Todas as espécies elencadas bibliograficamente para a área de estudo são marcadas nas listas de fauna e flora com um “X”, significando uma presença potencial. Por sua vez, as espécies que são detetadas em campo são marcadas com um “C” de presença “confirmada”, visível na figura 7, um exemplo de uma lista de flora realizada na empresa.

ANEXO I - Espécies de flora elencadas para a área de estudo (Ocorrência: C-confirmada, X – potencial; Exótica: I - Invasora).

Família	Nome científico	Ocorrência	Endemismo	Exótica	Legislação	Estatuto de conservação
Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	X				
Amaryllidaceae	<i>Narcissus bulbocodium subsp. bulbocodium</i>	X			DL 49/2005 (Anexo V)	
Amaryllidaceae	<i>Narcissus triandrus subsp. triandrus</i>	X	Ibérico		DL 49/2005 (Anexo IV)	
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	C				
Apiaceae	<i>Heracleum sphondylium</i>	C				
Asparagaceae	<i>Hyacinthoides paivae</i>	X	Ibérico			
Asparagaceae	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	X				
Asparagaceae	<i>Ruscus aculeatus</i>	X			DL 49/2005 (Anexo V)	LC
Asparagaceae	<i>Urginea maritima</i>	X				
Aspleniaceae	<i>Asplenium billotii</i>	X				
Aspleniaceae	<i>Asplenium onopteris</i>	X				
Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i>	X				
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia</i>	X				
Asteraceae	<i>Coleostephus myconis</i>	C				
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	C		I		
Asteraceae	<i>Eupatorium cannabinum</i>	X				
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	X		I		
Asteraceae	<i>Lapsana communis</i>	X				
Asteraceae	<i>Picris hieracioides subsp. longifolia</i>	X	Ibérico			
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	C				
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i>	X				
Blechnaceae	<i>Blechnum spicant</i>	X				
Boraginaceae	<i>Lithodora prostrata</i>	X				
Boraginaceae	<i>Omphalodes nitida</i>	X	Ibérico			
Boraginaceae	<i>Pentaglottis sempervirens</i>	X				
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	X				
Brassicaceae	<i>Teesdalia nudicaulis</i>	X				

Figura 7 - Exemplo de uma lista de flora realizada pela Sobral & Monteiro Consulting.

As listas realizadas são, posteriormente, incluídas em relatórios de AIA.

2.1.4. Caracterização de pontos de amostragem

Os relatórios de EIA e de monitorização devem conter informação acerca dos pontos de amostragem selecionados. Esta tarefa compreende a realização de uma tabela em *Microsoft Word* com a caracterização de cada ponto de amostragem do respetivo projeto. Na tabela, constam informações como: nome do ponto, coordenadas, biótopo e fotografia/s do local. A figura 8 apresenta dois exemplos de tabelas de caracterização de pontos de amostragem realizadas.







Local	Coordenadas	Descrição	Fotografias	Local	Descrição	Coordenadas	Fotografia
PRFCB01	X: 60142,342 Y: 58201,925	Matos		ARAB01	Tipo: Edifício abandonado	X: 41.738056 Y: -7.863056	
PRFCB02	X: 60620,707 Y: 55697,428	Matos		ARAB02	Tipo: Ponte	X: 41.719722 Y: -7.903333	
PRFCB03	X: 58935,557 Y: 57147,348	Matos		ARAB03	Tipo: Edifício abandonado	X: 41.719722 Y: -7.904167	

Figura 8 - Exemplos de tabelas de caracterização de pontos de amostragem da Sobral & Monteiro Consulting, para pontos de aves de rapina (à esquerda) e para abrigos de morcegos (à direita).

2.1.5. Análise de dados

No decorrer do estágio foram analisados dados de censos de aves e de deteção acústica de quirópteros para posterior inclusão em relatórios.

Para analisar os dados de quirópteros recolhidos pelos *AudioMoths* é calculada a atividade de morcegos ao longo dos meses de amostragem, por ponto de amostragem e em função de condições atmosféricas: temperatura e vento.

O método utilizado para calcular a atividade dos quirópteros inclui a multiplicação do número de passagens/deteções de quirópteros (em 10 minutos de gravação) por 6, obtendo o número de encontros por hora (encontros/h). Para calcular a atividade de quirópteros por ponto de amostragem, quando são realizadas várias campanhas de amostragem, é feita uma média de encontros/h para cada ponto. A atividade por mês corresponde a uma média de encontros/h de todos os pontos de amostragem num certo mês.

Para perceber se poderá haver influência de fatores atmosféricos nos resultados da atividade de quirópteros, adicionam-se os dados de temperatura e velocidade do vento aos gráficos. Na figura 9, está um exemplo de um gráfico da atividade de quirópteros conjugada com a média da temperatura registada nos pontos de amostragem por mês. Neste caso, o gráfico permite comparar dados entre um parque eólico e uma zona controlo.

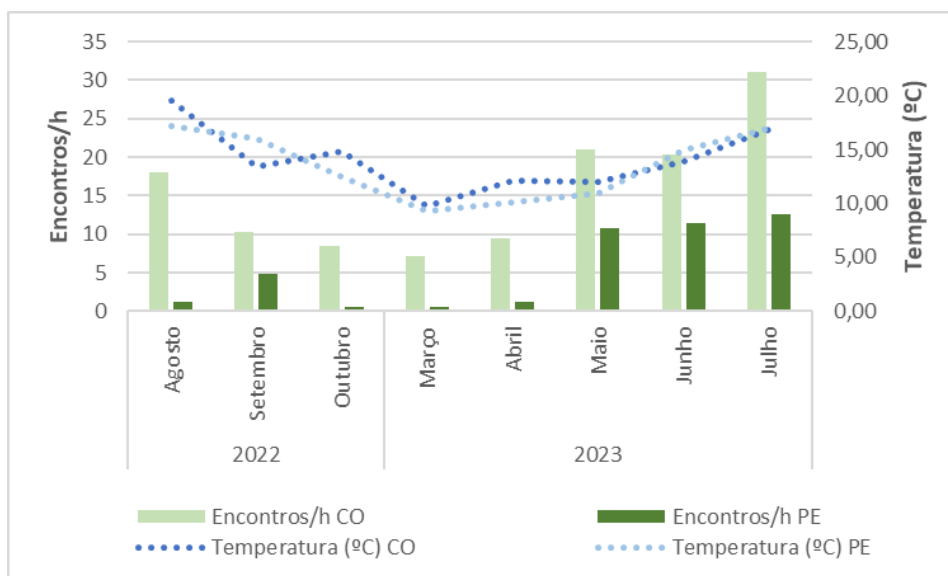


Figura 9 - Exemplo de um gráfico da atividade de quirópteros da Sobral & Monteiro Consulting. A atividade (encontros/h) é apresentada para os pontos de controle (CO) e para os pontos de área de parque eólico (PE), para cada mês de amostragem. São, ainda, indicados os dados médios de temperatura para cada mês em cada uma das áreas (CO e PE).

Relativamente à análise dos dados obtidos nos censos de aves, é incluído:

- o cálculo da abundância média de aves em cada ponto de amostragem, por época fenológica;

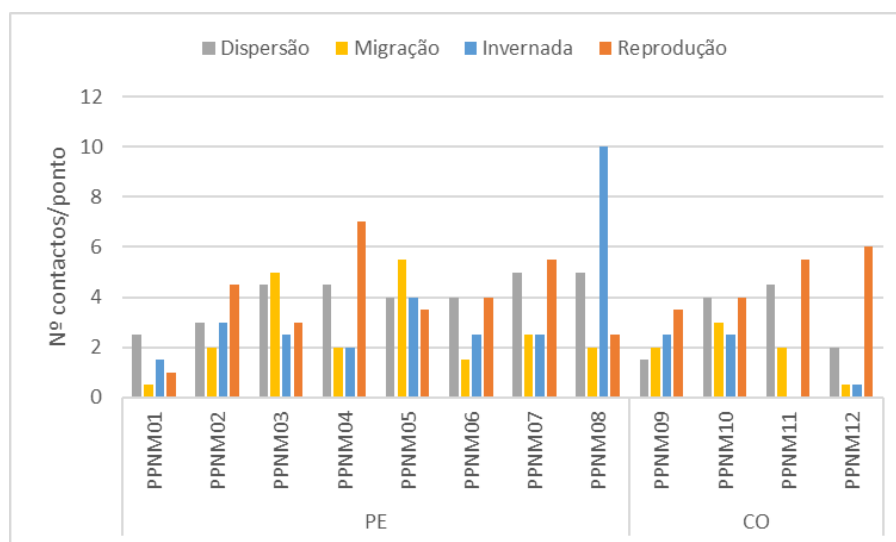


Figura 10 - Exemplo de um gráfico de abundância média de aves por ponto de amostragem e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controle), da Sobral & Monteiro Consulting. As épocas fenológicas estão representadas e diferenciadas por cores.

- o cálculo da abundância média por época fenológica, em cada área de estudo, quando existem área projeto e área controlo;

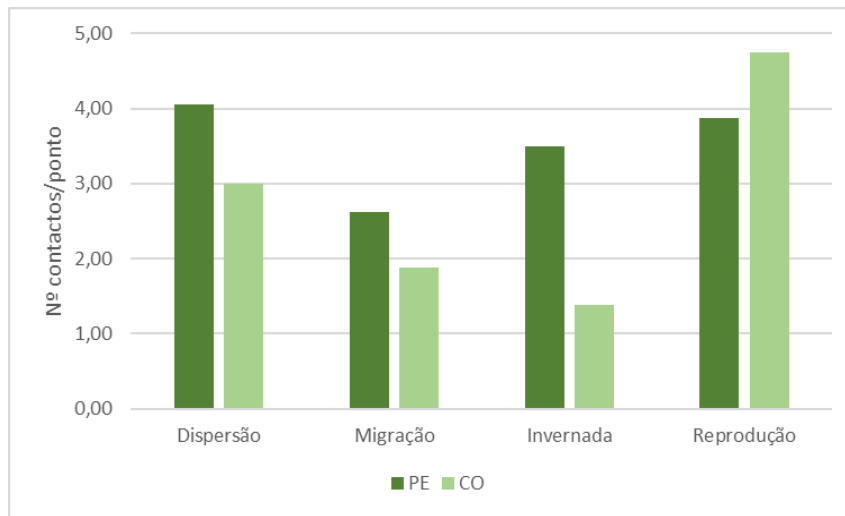


Figura 11 - Exemplo de um gráfico de abundância média de aves por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting.

- o cálculo da riqueza média específica por ponto de amostragem e por época fenológica, onde é tido em conta o número de espécies observadas por ponto na época X a dividir pelo número de campanhas na época X;

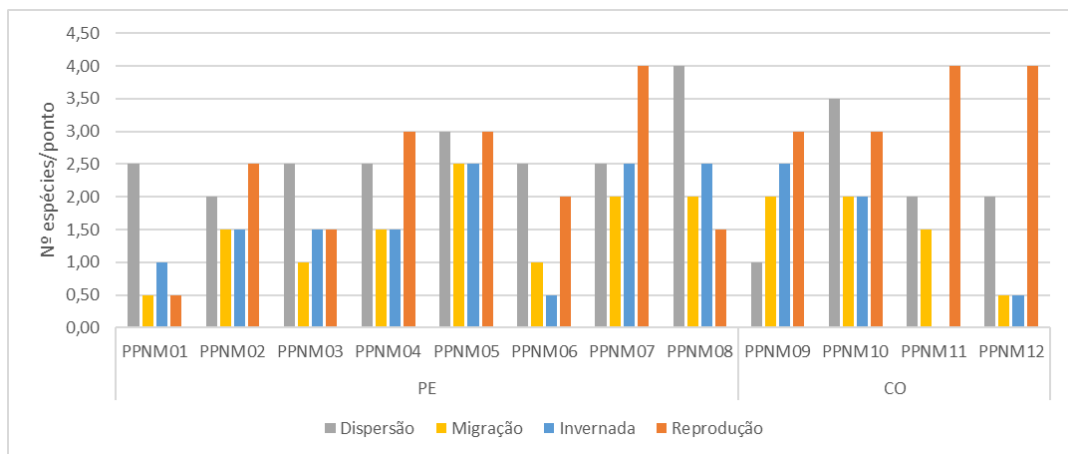


Figura 12 - Exemplo de um gráfico de riqueza média específica de aves por ponto de amostragem, por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controlo), da Sobral & Monteiro Consulting.

- o cálculo da riqueza média específica por área de estudo e por época fenológica, onde é considerado o número de espécies observadas na área A, na época X a dividir pelo número de campanhas na época X e pontos na área A;

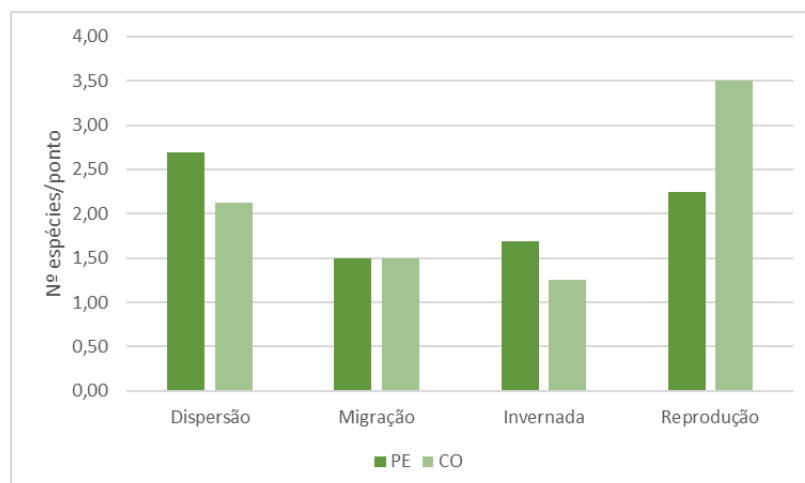


Figura 13 - Exemplo de um gráfico de riqueza média específica de aves por época fenológica e em cada área (PE - parque eólico; CO - área controle), da Sobral & Monteiro Consulting.

- o cálculo do Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), utilizando a fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Onde:

S é o número de espécies; p_i é a abundância relativa de cada espécie, obtida através da proporção do número de indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade.

- o cálculo da densidade média por ponto e por época, num raio de 50m de observação, calculando a média do número de indivíduos por campanha a dividir pela área do círculo (ha), de raio 50m.

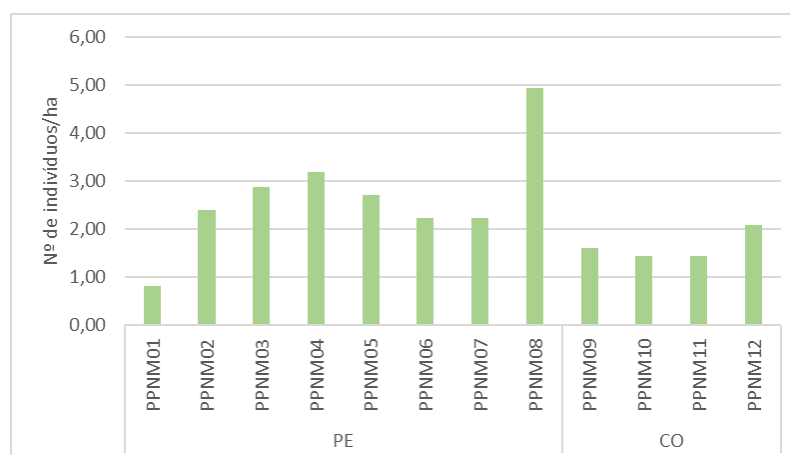


Figura 14 - Exemplo de um gráfico de densidade média por ponto de amostragem e por área (PE - parque eólico; CO - área controle), da Sobral & Monteiro Consulting.

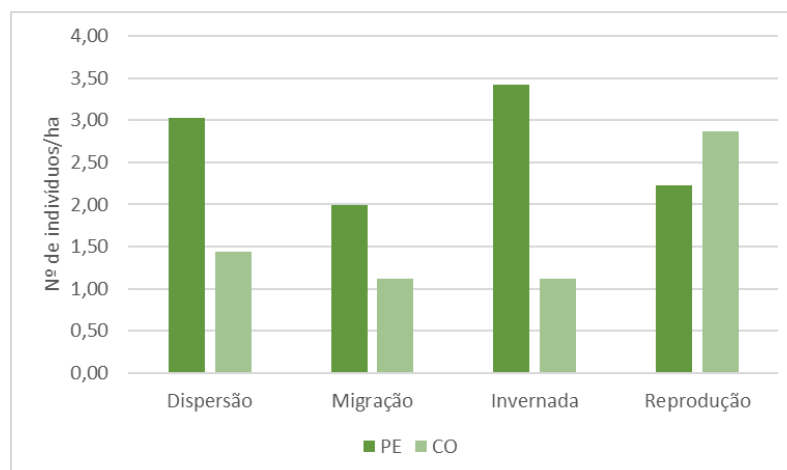


Figura 15 - Exemplo de um gráfico de densidade média por época fenológica e por área (PE - parque eólico; CO - área controle), da Sobral & Monteiro Consulting.

Estes cálculos são feitos separadamente para os passeriformes e para as rapinas.

2.1.6. Escrita de relatórios

Esta tarefa refere-se à participação na escrita de relatórios de EIA e de monitorização. A contribuição correspondeu, principalmente, à escrita da caracterização da área de estudo e âmbito do projeto, à interpretação de gráficos e das análises de dados realizadas para projetos em relatórios de monitorização e, também, à interpretação dos mapas de enquadramento da área de estudo, tanto em relatórios de monitorização como em relatórios de EIA. Ainda, foi levada a cabo a escrita do enquadramento do projeto e da parte da ecologia da caracterização da situação de referência de um EIA referente a um aviário. Esta última seção inclui a caracterização da área de estudo no que toca à biogeografia, flora, vegetação e fauna e a indicação da metodologia usada para a recolha de informação.

2.1.7. Compilação de dados

A compilação de dados surgiu com o intuito de utilizar os dados que têm vindo a ser recolhidos em campo, ao longo dos anos, pela empresa, para outros fins que não comerciais, por exemplo, investigação e conservação de espécies. Esta tarefa pretendeu, assim, procurar, organizar e compilar dados de todos os projetos e de todos os anos de trabalho desde 2018, o ano de início de atividade da empresa. Realizando uma procura minuciosa nas pastas dos projetos e organizando a informação, ajudei na compilação de dados de aves de rapina e planadoras e de quirópteros. Estes conjuntos de dados foram depois explorados e analisados para produção de pósteres científicos.

2.1.8. Programação de material de campo

Para facilitar o trabalho em campo, alguns equipamentos são programados previamente no escritório, como é o caso das câmaras de armadilhagem fotográfica e dos *AudioMoths*, detetores acústicos para morcegos. Cada um destes equipamentos possui configurações necessárias de acordo com a amostragem que é necessária realizar.

Por norma, os *AudioMoths* são programados para iniciar a gravação 30 minutos após a hora do pôr do sol e gravar durante 10 minutos. Este procedimento pode ser repetido por várias noites ou apenas numa noite específica, dependendo do objetivo das amostragens. O tempo de gravação foi definido pelo ICNF como o suficiente para estes estudos (ICNF, 2017).

As câmaras de armadilhagem fotográfica utilizadas encontram-se equipadas com sensores de infravermelhos que detetam movimento e calor (Kays & Slauson, 2008; Rovero *et al.*, 2010). Assim, quando um animal, cuja temperatura corporal é superior à do ambiente envolvente, alcança a zona de deteção do sensor, a câmara fotográfica é acionada para tirar uma fotografia (Kays & Slauson, 2008; Rovero *et al.*, 2010). As configurações utilizadas na monitorização tendem a ser iguais em todos os projetos, programadas para tirar 3 fotografias por deteção, com uma velocidade de reação de 0,5 segundos. A sensibilidade de deteção de movimento escolhida varia com o alvo a fotografar, sendo na maioria das vezes selecionada a sensibilidade média, para evitar disparos com pequenos movimentos de folhas. No entanto, há projetos onde poderá interessar selecionar a sensibilidade elevada, por exemplo, no caso de pequenos mamíferos ou no caso de um dos projetos realizados, onde o alvo da amostragem foi o lobo-ibérico. O som é desligado para evitar perturbações e a data e hora são acertadas ou confirmadas aquando de cada programação e colocação de câmaras.

2.1.9. Elaboração de mapas

Para a elaboração de mapas utilizou-se o *software QGIS*, versão 3.28, (Sistema de Informação Geográfica) através da ferramenta “Composição”. Foram criados mapas com os seguintes propósitos:

- Enquadramento da área de estudo face a áreas sensíveis, para verificar se a área de estudo interseta ou está próxima de alguma das áreas integradas no Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), estruturado pelo Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 242/2015, de 15 de outubro ou outras consideradas sensíveis (*e.g.* Important Bird Areas [IBAs]);
- Enquadramento da área de estudo face a corredores ecológicos (ICNF, 2019) ou arvoredo de interesse público (ICNF, 2013);
- Enquadramento da área de estudo face a áreas sensíveis para as aves aquáticas, áreas críticas e muito críticas, de acordo com a “*Cartografia de Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica*” (ICNF, 2019);

- Enquadramento da área de estudo face a abrigos de importância local, regional ou nacional para morcegos, de acordo com a “*Cartografia de Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica*” (ICNB, 2010).

Habitualmente, são tidas em consideração nos mapas as áreas presentes num raio de 15km da área de estudo. Em projetos com um impacto de maior potencial nos arredores é escolhido um raio de 20km, como por exemplo, em parques eólicos ou linhas elétricas. A figura 16 representa um exemplo de um mapa elaborado no contexto das áreas sensíveis para aves aquáticas ao redor da área de estudo para a construção de um aviário.

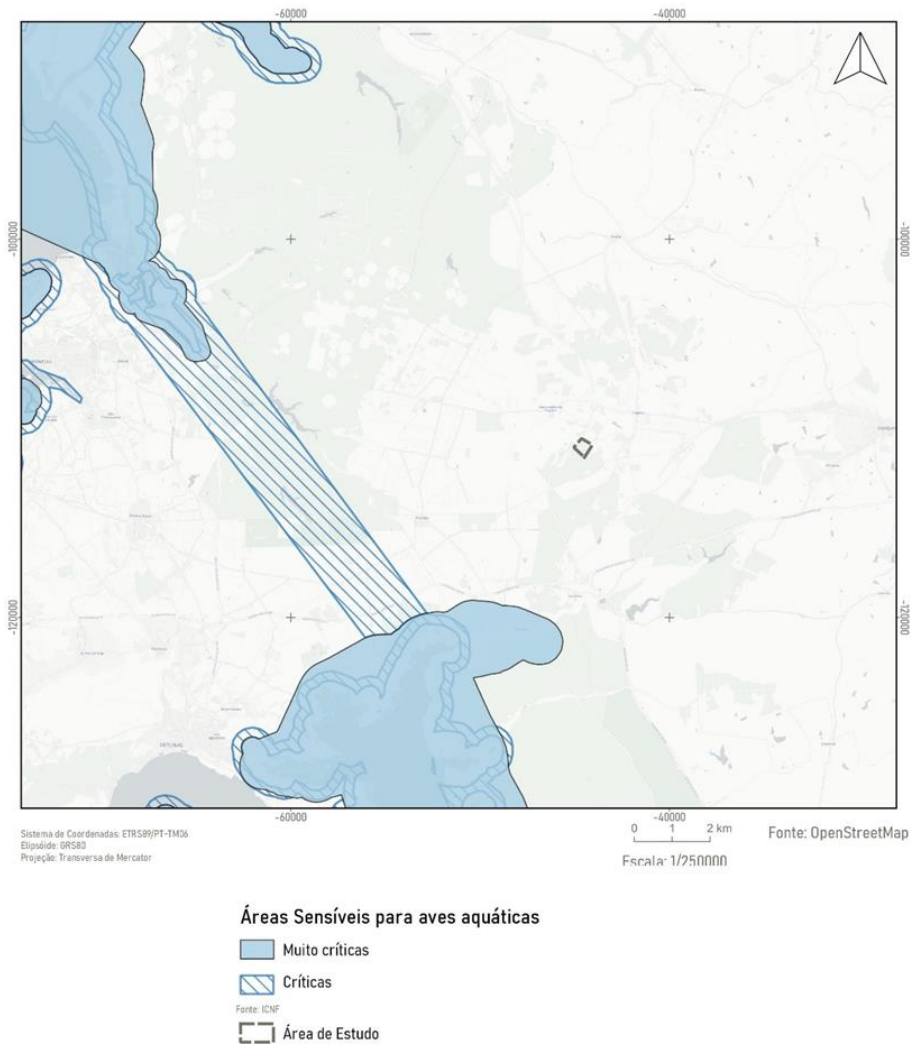


Figura 16 - Exemplo de um mapa elaborado no contexto das áreas sensíveis para aves aquáticas ao redor da área de estudo.

2.1.10. Contagem de movimentações de aves de rapina por quadrícula UTM 500m²

Utilizando a grelha 500 m x 500 m de Portugal e limitada pela área de estudo do projeto em causa, utiliza-se um modelo criado em *Python* para o *QGIS*, que permite a contagem automática das movimentações das rapinas observadas na amostragem de um projeto, por

quadrícula. No final obtém-se um *Excel* com a informação do número de movimentações e pontos que existem em cada quadrícula da grelha da área de estudo.

O objetivo desta tarefa é identificar as áreas com maior utilização por parte da comunidade de aves de rapina na área de estudo. Posteriormente estes dados são utilizados para elaborar um mapeamento de uso, com base no número de contactos por hora, registados por quadrícula.

2.1.11. Redação de textos sobre temas ambientais

Com intuito de informar e sensibilizar ambientalmente a população, a empresa publica pequenos textos mensalmente, nas redes sociais. Ao longo do estágio, foram requeridas e elaboradas ideias de temas a abordar e foram redigidos textos informativos através de pesquisa bibliográfica, expondo os seguintes temas:

- “Incêndios: o que acontece na floresta após o incêndio?”;
- “Rubrica invasoras: *Hakea sericea*”;
- “Rubrica espécie do mês: *Mustela erminea*”;
- “Dia Mundial das Zonas Húmidas”;
- “A Ecologia do solo”;
- “Saúde e Ambiente”.

2.1.12. Formações

Ao longo do estágio foram dadas breves formações aos técnicos da empresa sobre vários temas. Eu assisti às seguintes formações:

- Modo de funcionamento do GPS de precisão centimétrica;
- Materiais e métodos utilizados pela empresa em campo (telescópios, binóculos, detetores acústicos para quirópteros (*Audimoths*), etc.);
- Análise de dados de aves no *Excel*;
- Conceitos da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA);
- Aplicação “LOOP” como nova ferramenta de organização de tarefas e funções para a empresa.

2.1.13. Realização de pósteres científicos

Através de um conjunto de dados compilados de vários projetos foi possível desenvolver diferentes estudos e incorporá-los em posters científicos. Durante o estágio, tive a oportunidade de participar na realização dos seguintes pósteres científicos:

- “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge: Vultures, a case study” - V. Rodrigues, B. Monteiro, F. Pereira, L. Tavares, A. Eliseu, C. Gordo e L. Ferreira;

Auxílio no desenvolvimento do póster científico para o Congresso *European Vulture*, em Cáceres. A minha participação na realização deste póster passou por ajudar na organização de todos os dados de rotas de aves de rapina observadas para posterior análise. Ainda, contribuí na pesquisa bibliográfica para o mesmo.

- “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge in Portugal: the case of *Nyctalus lasiopterus*”;

Este póster foi idealizado para a participação da empresa no *European Bat Research Symposium*, em Tarragona. A minha ajuda incluiu a organização e compilação de todos os dados de morcegos a utilizar no estudo, a sua exploração e perceção da distribuição geográfica e auxiliei na decisão do tema do póster e na redação do resumo para o concurso. O póster está ainda por desenvolver e será apresentado em setembro de 2024.

- “Risk Mapping of Linear Infrastructures (LMAT) for Birds of Prey and Gliders”
- A. Eliseu, V. Rodrigues, D. Sacras, F. Hintze, B. Monteiro, L. Ferreira e P. G. Mota.

Este póster foi construído com base no caso de estudo e tema do estágio para a participação no evento “Upgrade your ideas” na Universidade de Coimbra, embora não tenha sido apresentado devido ao cancelamento do evento. Os resultados obtidos neste póster são resultados preliminares e desatualizados, pelo que os resultados atuais do estudo não são os mesmos apresentados no póster.

Os pósteres científicos podem ser visualizados nos anexos do documento.

2.2. Trabalho de Campo

O trabalho de campo realizado decorreu da necessidade de exploração ou monitorização de áreas onde existe, poderá existir ou está em construção um determinado projeto. De acordo com o tipo e fase de projeto e o objetivo da exploração da área, existe uma grande variedade de trabalhos de campo a executar. De seguida, são apresentadas as metodologias utilizadas para cada função exercida em trabalho de campo. Por motivos de estrutura e organização, as tarefas foram agrupadas por grupos de fauna e flora: aves, mamíferos e répteis, quirópteros e flora.

2.2.1. Aves

a) Censos e transectos

Os censos de aves foram realizados através de pontos de amostragem e/ou de transectos. Os pontos de amostragem dividem-se em pontos de passeriformes e pontos de aves de rapina. Geralmente, os pontos de passeriformes consistem em observações de 5 minutos, com utilização de binóculos e guia de aves (Svensson *et al.* 2010), quando necessário. A identificação também pode ser feita através dos sons de cantos, quando há certeza na identificação do canto. Apesar de o alvo

desta amostragem ser as aves passeriformes, as aves de rapina detetadas também devem ser anotadas. As fichas de dados de campo para passeriformes estão preparadas para recolher informação sobre: a espécie, o número de indivíduos, a distância ao observador e as condições atmosféricas. Por sua vez, os pontos de rapinas são realizados com a duração de 1 hora, com recurso a binóculos, guia de aves e, muitas vezes, telescópio. Por definição na empresa, as aves a apontar nestes censos incluem: aves de rapina e planadoras, corvo, cegonha, íbis e aves aquáticas. Nas fichas de campo para as aves de rapina devem ser anotados os seguintes parâmetros: espécie, altura do voo, sexo e idade (quando possível), tipo de voo (passagem, circular, caça, etc.), número de indivíduos, as condições atmosféricas e “ID do mapa” correspondente ao número da rota/movimento do voo que é desenhada num mapa, para depois informatizar e associar à espécie observada. A figura 4 representa um exemplo de um mapa com movimentos de aves de rapina desenhadas pelo observador.

Os transectos de aves pretendem a identificação de todas as aves observadas durante um percurso selecionado. No decorrer do estágio participei em transectos de aves de 150m e de 250m, sendo o comprimento do transecto variável com o projeto. Nas fichas de campo para os transectos de aves devem ser anotados os seguintes parâmetros aquando de cada observação: espécie, número de indivíduos, altura e direção do voo, sexo e idade, comportamento, habitat, ID do mapa e as condições atmosféricas.



Figura 17 - Observação de aves em saídas de campo.



Figura 18 - Fotografias de aves observadas em saídas de campo. A - *Turdus viscivorus*; B - *Pyrrhonorax pyrrhonorax*; C - *Chloris chloris*; D - *Erithacus rubecula*. (Fotografias A e B da autoria de Filipe Pereira).

b) Prospecção de mortalidade

A prospecção de mortalidade é utilizada para monitorizar no terreno a mortalidade de aves por colisão com linhas elétricas ou eólicas.

Nas linhas elétricas de Muito Alta Tensão (LMAT), a seleção dos troços a prospear depende da sensibilidade das áreas atravessadas pelas linhas, por exemplo, nas Áreas Sensíveis, Críticas ou Muito Críticas, toda a extensão da linha deve ser amostrada, enquanto fora destas áreas a prospecção deve ser realizada em pelo menos 20% da extensão da linha (CIBIO, 2020).

O método de prospecção consiste na procura de cadáveres numa faixa de terreno sob a LMAT, cuja largura depende das características da linha. Dentro desta faixa devem ser realizados transectos lineares percorridos a pé, por um ou mais observadores. A seguinte tabela apresenta as larguras de faixa recomendadas de acordo com diferentes tipos de linhas (CIBIO, 2020).

Tabela 1: Largura da faixa de prospeção de cadáveres de aves recomendada pela CIBIO consoante a tipologia de LMAT (CIBIO, 2020).

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

Durante o estágio, tive oportunidade de realizar prospeção de mortalidade de aves em linhas elétricas 5 vezes. No caso, por se tratar de uma linha simples de 150-220 kV utilizou-se uma faixa de prospeção de 20 m, 10 m para cada lado do conjunto de linhas. Esta função foi sempre realizada com duas pessoas, para facilitar e melhorar a prospeção.

Na eventualidade de se encontrar algum indício ou cadáver, este deve ser registado e localizado, anotando os seguintes parâmetros da ficha de campo: Espécie, idade, sexo, tipo de item, linha/troço, estimativa de tempo de permanência, percentagem de tecido removido, ponto de GPS, habitat/ cobertura de solo, fotografia e condições atmosféricas.

Nas prospeções que realizei, apenas encontrei indícios de duas potenciais mortalidades: penas de pombo e penas de garça-pequena-branca. As penas só devem ser registadas como indício se existir no local um número de penas igual ou superior a 10.



Figura 19 - Prospecção de mortalidade de aves em linhas elétricas.



Figura 20 - Penas de garça-pequena-branca (*Egretta garzetta*) encontradas na faixa de prospecção das linhas elétricas.

c) Testes de remoção de cadáveres

Os testes de remoção de cadáveres (por necrófagos e/ou decomposição) fazem parte dos métodos de correção do viesamento da mortalidade observada em prospecções. Os testes consistem na colocação de cadáveres em locais da área de estudo, de forma aleatória, mas representativa dos principais habitats presentes na área. Os cadáveres devem ser colocados com um distanciamento mínimo de 100 m uns dos outros, para evitar saturação numa mesma zona. Devem ser utilizados cadáveres de duas ou três classes de tamanho diferente de aves, em função da ocorrência na área de estudo de espécies suscetíveis de colidir com as estruturas (LMAT ou eólicas). Após a colocação, a localização de cada cadáver é guardada para que nos 4 dias seguintes e nos 7º, 14º e 21º dias após a colocação, possa ser feita monitorização para verificar a sua permanência ou não no terreno. Considera-se que a remoção do cadáver foi feita na totalidade quando não há qualquer vestígio ou há um conjunto de penas inferior a 10 (CIBIO, 2020). Realizei este método uma vez, para um projeto de parque eólico, com a colocação de 35 cadáveres e a monitorização dos primeiros 4 dias.

2.2.2. Mamíferos e répteis

a) Armadilhagem fotográfica

A armadilhagem fotográfica foi utilizada em projetos, principalmente, para a monitorização de mamíferos. Este método consiste na programação e colocação de câmaras em locais estratégicos, na área de estudo, para a deteção de mamíferos ou outros animais. A configuração utilizada e o tempo de permanência no local dependem do objetivo do projeto, no entanto, na maioria das vezes são utilizadas apenas fotos e não vídeos. No local onde é pretendido colocar-se uma câmara, deve ser escolhido o melhor enquadramento possível tendo em conta a passagem de animais, principalmente, mamíferos. Idealmente, as câmaras devem ficar a apontar para caminhos/trilhos de passagem, perto de água, se possível, e a uma altura e ângulo que permitam detetá-los ao passar. Antes da colocação, a câmara deve ser programada em “setup”, deve ser verificada a data, a hora, o estado da bateria, a sensibilidade, etc.



Figura 21 - Instalação de câmaras de armadilhagem fotográfica de mamíferos.

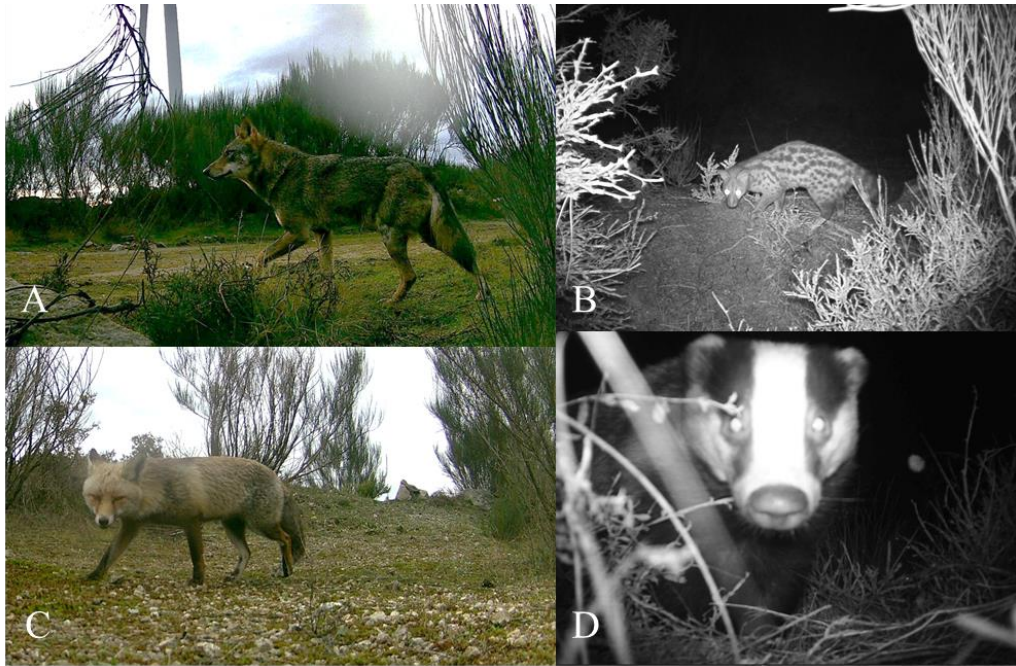


Figura 22 - Fotografias de armadilhagem fotográfica. A - Lobo-ibérico (*Canis lupus*); B - Gineta (*Genetta genetta*); C - Raposa (*Vulpes vulpes*); D - Texugo (*Meles meles*).

b) Transectos

Os transectos de mamíferos e répteis consistem na procura de indícios da presença destes grupos ou da sua observação direta. O método utilizado corresponde a um transecto linear, normalmente de 500 m de comprimento, tendo em atenção os vestígios presentes a uma distância de 3 m para cada lado da linha do transecto. Estes vestígios podem ser pegadas, dejetos, tocas, trilhos evidentes, observação direta ou outras marcas consideradas.

A folha de registo de campo inclui os seguintes parâmetros: a espécie, o número de indivíduos ou vestígios, o tipo de vestígio e o número da fotografia, caso tenha sido tirada. Para melhor perceção do tamanho dos vestígios nas fotografias utiliza-se uma régua-escala e o ponto de localização do vestígio é guardado com recurso a um GPS.

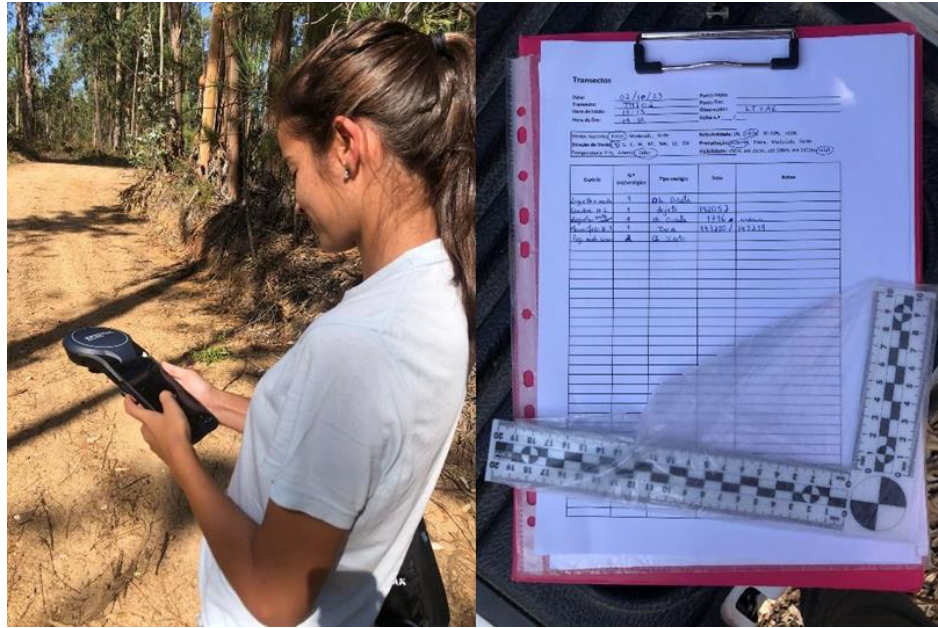


Figura 23 - Transectos lineares de mamíferos e répteis em saídas de campo. Recolha da localização de um vestígio encontrado com GPS de precisão centimétrica (à esquerda) e ficha de campo de recolha de dados e régua-escala (à direita).

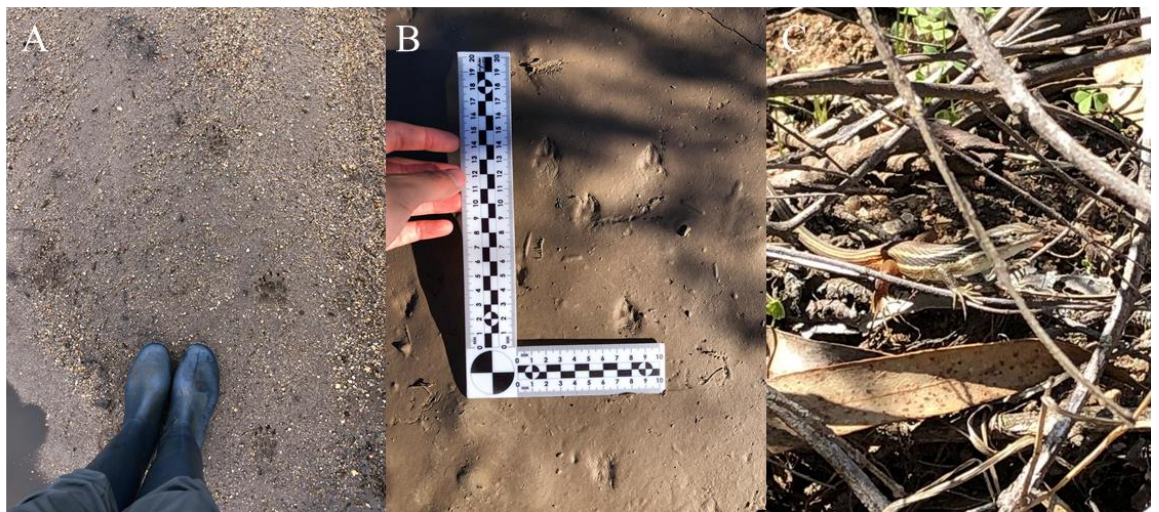


Figura 24 - Indícios de presença de mamíferos e observação direta de réptil em transectos de saídas de campo. A - Pegadas de texugo (*Meles meles*); B - Pegadas de coelho ou lebre; C - Lagartixa-do-mato-comum (*Psammodromus algirus*).

2.2.3. Quirópteros

a) Pontos e transectos

Todas as espécies de morcegos que ocorrem em Portugal utilizam a ecolocalização como forma de orientação e de deteção de presas, ou seja, emitem

pulsos sonoros que ao embaterem num determinado objeto são refletidos, permitindo-lhes estimar entre outras características, a distância que os separa do objeto através do intervalo de tempo entre a emissão do som e a receção do respetivo eco. As amostragens com detetores acústicos consistem no registo das emissões sonoras dos quirópteros que surgem na área de deteção do microfone, durante o período amostrado.

No decorrer do estágio, realizei amostragem utilizando dois métodos distintos:

- **Pontos de amostragem:** através de pontos previamente selecionados na área de estudo e na área controlo (caso seja necessário), são colocados *AudioMoths* nestes pontos e após a gravação, são recolhidos. Os *AudioMoths* são detetores acústicos de ultrassons destinados a gravar e captar a frequência de som emitida por estes animais. Segundo as diretrizes do ICNF, as gravações devem ter a duração fixa de 10 minutos e iniciar a gravação 30 minutos após o pôr do sol na região, podendo ir até 4 horas após essa hora, período de maior atividade dos morcegos (ICNF, 2017). Dependendo do projeto e do objetivo do estudo, o número de campanhas de amostragem realizadas e o número de noites amostradas por ponto pode variar.
- **Transectos:** neste método, as gravações são realizadas em transectos de distância variável, utilizando um microfone USB modelo M500-384 da Pettersson Elektronik AB (gama de frequências 10 a 160kHz; frequência de amostragem até 384 kHz) acoplado a um tablet/telemóvel e conectado com a aplicação “Bat Recorder” de Bill Kraus, que permite visualizar em tempo real a frequência dos sons que vão sendo gravados. As amostragens são também efetuadas através da gravação contínua durante 10 minutos, tendo as mesmas diretrizes que a utilização dos *AudioMoths* nos pontos de amostragem (ICNF, 2017).

No momento da gravação, deve ser medida a temperatura, a velocidade e a orientação do vento, ao nível do solo, sendo utilizado um anemómetro de bolso e uma bússola para o efeito.



Figura 25 - Deteção acústica de quirópteros em saídas de campo. A - Transecto com utilização de microfone e a aplicação “Bat Recorder”; B - *AudioMoth*; C - Medição da temperatura e do vento com anemómetro.

b) Prospecção de abrigos

A prospecção de abrigos para quirópteros é realizada com o intuito de encontrar na área de estudo ou na sua envolvente, estruturas que possam servir de abrigo aos organismos na sua altura de hibernação ou de repouso e verificar se contêm indícios da sua presença ou se têm potencial para o efeito. Estas estruturas podem ser ruínas, árvores, espigueiros, grutas, minas de água, pontes, casas abandonadas ou qualquer outra estrutura que aparente ter condições para os albergar. Nesta tarefa, recorreu-se ao uso da lanterna quando necessário. Quando encontrados abrigos potenciais, é tirado o ponto GPS e são tiradas fotografias para registo.

c) Visitas a abrigos

A visita a abrigos previamente selecionados é, muitas vezes, direcionada a abrigos já conhecidos e identificados pelo ICNF, no entanto, outros possíveis abrigos encontrados também são visitados. As visitas pretendem verificar a presença de organismos ou de indícios da sua presença.

Nas visitas que realizei aos abrigos durante o estágio, foi detetada a presença de quatro organismos de três espécies, dois morcegos-de-ferradura-pequenos (*Rhinolophus hipposideros*), um morcego-rato-grande (*Myotis myotis*) e um Morcego-de-ferradura mediterrânico ou Morcego-de-ferradura-mourisco (*Rhinolophus euryale/ mehelyi*).



Figura 26 - Prospeção e visitas a abrigos de quirópteros. A - Procura de indivíduos; B - Presença de guano; C - *Myotis myotis*; D - *Rhinolophus euryale/mehelyi*.

Tanto na prospeção como nas visitas de abrigos é utilizada a ficha de campo visível na Figura 27.

Área/PE	Data	Abrigo	Tipo	Foto	Presença guano	Espécie/nº ind	Notas

Figura 27 - Ficha de campo para recolha de dados em visitas e prospeção de abrigos de quirópteros.

d) Prospeção de mortalidade

Para os morcegos, a prospeção de mortalidade é apenas feita em parques eólicos devido a serem estruturas com movimento. Nas linhas elétricas não é necessário.

Em parques eólicos, realizei prospeção de mortalidade de morcegos três vezes. O método utilizado consiste em andar em *zigzag* em redor das eólicas, num raio de 50 m, e procurar por indícios de mortalidade de morcegos, durante 10 minutos, se forem dois observadores, e durante 20 minutos, se for apenas um (ICNF, 2017).

Nas prospeções realizadas não foi encontrado nenhum cadáver ou indício de mortalidade.



Figura 28 - Prospecção de mortalidade de quirópteros em parques eólicos.

2.2.4. Flora

a) Cintagem e descintagem de árvores

A cintagem de árvores é um serviço prestado pela empresa que pretende marcar árvores que sejam para abater devido à construção de um determinado projeto na área. Esta tarefa consiste em localizar as árvores indicadas, através de pontos GPS de precisão centimétrica e informações características da árvore, como altura e diâmetro à altura do peito (DAP), e “cintar” o tronco, pintando uma risca em seu redor, bem visível, à altura do peito. A descintagem pode ocorrer quando são detetadas árvores marcadas erradamente para abate. Nesse caso, é pintada uma risca na vertical para cruzar a “cinta” previamente feita. Dentro desta temática, a empresa também realiza planos de compensação do abate de árvores.

Durante o estágio, realizei uma atividade de cintagem e uma atividade de descintagem de sobreiros e azinheiras.



Figura 29 - Cintagem de sobreiro.

b) Sementeiras

Nos primeiros meses de estágio realizei duas atividades de sementeiras de duas espécies endêmicas: *Armeria rouyana* e *Thymus capitellatus*. Esta tarefa surgiu como medida de compensação de um projeto de agricultura intensiva. Nas áreas que foram selecionadas para o efeito, foram semeadas ambas as espécies, abrindo pequenas linhas na terra com ajuda do ancinho e largando sementes ao longo das linhas. Para sinalizar e proteger as áreas das sementeiras foram colocadas estacas em cada canto da área quadrada e no início e final de cada linha, uma vez que no local existem veículos pesados em circulação e poderiam não avistar a área de sementeira. A localização das áreas foi retirada para a posterior monitorização do crescimento das plantas.



Figura 30 - Sementeiras das espécies *Armeria rouyana* e *Thymus capitellatus*.

c) Prospecção de plantas invasoras

Em alguns projetos, onde é necessário fazer um levantamento de biodiversidade de uma área de estudo, são tidas em conta as plantas invasoras existentes. Nestes projetos, ao percorrer a área foi tida em conta e anotada a presença destas.

3. Caso de estudo - Mapeamento de risco de Linhas Elétricas de Muito Alta Tensão sobre aves de rapina e planadoras em Portugal Continental.

3.1. Introdução

Devido ao crescimento demográfico mundial, à expansão urbana e ao crescente uso de tecnologia, a demanda por eletricidade e por fazê-la chegar a todos tem vindo a aumentar. A nível mundial, estima-se que a procura cresça cerca de 30% entre 2016 e 2040, impulsionada principalmente pela Ásia, África, América Latina e Médio Oriente (IEA, 2016). Esta necessidade permite o avanço dos setores produtores de energia que, por sua vez, leva ao aumento da construção e à expansão da rede de linhas de distribuição e transmissão elétrica. Esta rede de linhas, cada vez mais extensa, pode causar impactos significativos no ambiente e na biodiversidade. Os impactos na biodiversidade podem ser abióticos, não se referindo diretamente aos organismos, como a perda ou fragmentação de habitat, o efeito-barreira e o risco de incêndio, ou podem ter impacto direto nos organismos, como as mudanças nos processos biológicos, a invasão de espécies exóticas, as mudanças no comportamento e nos padrões migratórios, a mortalidade por colisão ou eletrocussão, entre outros (Biasotto & Kindel, 2018).

Apesar da introdução das linhas de transmissão elétrica poder afetar vários grupos de animais, pensa-se que as aves sejam o grupo que interage mais frequentemente e intensamente com as linhas, havendo inúmeras espécies que utilizam os seus postes para pousar ou fazer ninho, por exemplo. (Ferrer, 2012). Esta aproximação leva a que centenas de milhares a milhões de aves morram por ano em todo o mundo, por contacto com estas linhas (Bernardino *et al.*, 2018). Por razões como estas, os estudos sobre o impacto das linhas de transmissão na biodiversidade têm dado especial atenção ao grupo das aves, com um aumento constante de pesquisas e estudos direcionado para este grupo (Biasotto & Kindel, 2018).

Maioritariamente, as aves podem sofrer dois tipos de acidentes nas estruturas lineares: a eletrocussão nos postes e a colisão com os cabos. As eletrocussões ocorrem quando as aves pousadas em cabos entram em contacto simultâneo com outro cabo conectado à terra ou com outro condutor, sendo esse fenómeno mais comum entre aves de porte médio a grande que, frequentemente, pousam no topo dos postes. Geralmente, estas aves de médio e grande porte correspondem a aves predadoras, que são menos numerosas e, muitas vezes, estão em risco de extinção (Ferrer, 2012). Como exemplo de aves de médio e grande porte em risco de extinção em Portugal estão a Águia-pesqueira (*Pandion haliaetus*), a Águia-imperial (*Aquila adalberti*) e o Tartaranhão-cinzento (*Circus cyaneus*), classificados como criticamente em perigo (Lista Vermelha das Aves, 2022). O risco de colisão, por sua vez, depende de vários fatores. Nem todas as espécies de aves são afetadas da mesma forma e nem todas as linhas elétricas são igualmente perigosas.

O perigo de ferimento ou de morte nas linhas elétricas de altas tensões está mais associado à colisão do que à eletrocussão, uma vez que o espaçamento entre cabos neste tipo de linhas é bastante grande (Ferrer, 2012). Para concentrar as ações de prevenção e mitigação nos locais mais perigosos, é necessário compreender os fatores e as condições que criam um maior risco de colisão para as aves. Bernardino *et al.* (2018) analisaram os fatores que se sabe contribuírem para o aumento desse risco, incluindo fatores específicos da espécie

(visão, morfologia e ecologia), fatores específicos do local (topografia, contexto paisagístico, condições de luz e de tempo e perturbações antropogênicas) e fatores específicos da linha elétrica (número e espaçamento dos níveis dos fios, altura e diâmetro dos fios).

Fatores específicos da espécie

A morfologia e a fisiologia do olho das aves, bem como o processamento das informações visuais, influenciam o risco de colisão e a eficácia das medidas de prevenção. A maioria das aves não consegue estimar distâncias a um objeto devido à posição lateral dos olhos e só usa a visão binocular frontal para controlar o bico e objetos próximos. Algumas espécies têm extensas regiões cegas acima e atrás da cabeça, o que pode ser fatal ao inclinar a cabeça para baixo durante o voo, na procura de alimento, por exemplo, não detetando obstáculos à sua frente (Bernardino *et al.* 2018).

A incapacidade de ver as linhas elétricas também pode ocorrer quando estas aves voam para cima, quer a partir do solo, perto de um conjunto de linhas elétricas, quer tentando evitar a colisão com condutores que se encontram diretamente à sua frente. A extensão vertical do campo binocular varia consideravelmente entre espécies. Por exemplo, nas garças (Ardeidae), o campo binocular estende-se por 180°, de modo que estas aves têm uma cobertura visual completa do hemisfério à frente da cabeça, enquanto nas águias se estende apenas por 80°, dando a estas aves extensas áreas cegas acima e abaixo do bico no hemisfério frontal (Martin e Shaw, 2010).

No que toca à perceção de objetos à distância, Tucker (2020) indica que para olhar para objetos distantes, as aves de rapina utilizam a sua visão lateral mais aguda. O seu estudo demonstrou que a distâncias inferiores a 8 m as aves passavam mais tempo a olhar para o objeto a direito, mas à medida que a distância aumentava passavam mais tempo a olhar para o objeto de lado. A distâncias iguais ou superiores a 40 m, as aves de rapina olham para o objeto de lado, pelo menos 80 % do tempo. Relativamente à acuidade visual à distância, um falcão-americano (*Falco sparverius*) consegue discriminar insetos de 2 mm do cimo de uma árvore de 18 m, por exemplo, tendo uma acuidade de 160 c/deg (Gunturkun, 2000). Já os falcões-peregrinos foram observados a mergulhar em caça a mais de 1 km de distância da presa (Potier *et al.* 2020). No entanto, esta acuidade visual à distância é conseguida para detetar e caçar presas, podendo não ser estimulada na perceção de linhas elétricas.

Bernardino *et al.* (2018) menciona também a aerodinâmica resultante da morfologia do corpo das aves como um fator importante para o risco de colisão. Como exemplo, o autor indica a abetarda (*Otis tarda*), espécie categorizada “Em Perigo” em Portugal (Lista Vermelha das Aves, 2022), como uma ave suscetível ao embate, devido ao seu corpo pesado e às suas asas relativamente pequenas, características que diminuem a capacidade de evitar obstáculos inesperados. O autor refere ainda o comportamento de voo e a fenologia como fatores dependentes da espécie que podem aumentar o risco de colisão, pois, por exemplo, durante a época de reprodução, algumas espécies efetuam voos de exibição e disputas territoriais que podem distraí-las do ambiente circundante e durante a migração grandes bandos, em movimentos de longa distância, voam em terrenos desconhecidos podendo aumentar a probabilidade de colisão.

Para além dos fatores mencionados, a idade, o sexo e a saúde das aves são também, naturalmente, fatores essenciais a ter em conta. Por exemplo, num estudo com a Andorinha-do-mar-comum (*Sterna hirundo*), Henderson *et al.* (1995) concluiu que os juvenis voavam consistentemente mais perto das linhas elétricas do que os adultos, contando quase metade de todas as passagens de juvenis pela linha a menos de 1 m acima do fio de terra.

Fatores específicos do local

A colocação de uma linha elétrica perpendicular a rotas migratórias importantes pode representar um risco elevado para as aves limícolas e outras espécies em migração, ao voarem a altitudes mais baixas. Instalações de linhas em locais como os vales dos rios, as depressões topográficas, os desfiladeiros e as cristas das montanhas, que também podem funcionar como linhas de orientação para as aves, poderão ser também perigosas (Bernardino *et al.* 2018). No entanto, existem poucos estudos científicos sobre o assunto.

Por outro lado, a influência da vegetação e das características do habitat onde se encontram as linhas é um fator bem estudado. Em geral, as zonas abertas, como pântanos ou pastagens, permitem que as aves voem mais perto do solo do que os habitats florestais e, conseqüentemente, podem representar um maior risco de colisão quando atravessadas por linhas elétricas. As zonas florestais, contudo, podem se tornar mais perigosas quando as linhas elétricas ficam acima da linha das árvores adjacentes. As linhas elétricas que cortam zonas húmidas, zonas costeiras, pradarias extensas e outros habitats importantes de congregação de aves são consideradas as mais perigosas, uma vez que nesses habitats se estabelecem colônias de reprodução e de invernada em densidades elevadas, afetando drasticamente a probabilidade de colisões (Bernardino *et al.* 2018). Num caso de estudo em Doñana sobre mortalidade de aves por colisão, os resultados mostraram que as linhas elétricas localizadas em estradas ou caminhos, eram 10 vezes mais seguras do que as linhas localizadas em zonas de pastagem (Ferrer, 2012), reforçando o maior perigo em zonas abertas.

Outros fatores específicos do local ainda mencionados são as condições atmosféricas, por exemplo, zonas ventosas que podem desestabilizar os voos das aves, e o distúrbio antropogénico, como a caça, atividades recreativas ou agrícolas e ruídos de carros e aviões que podem causar perturbação perto de linhas e aumentar o risco de colisão (Bernardino *et al.* 2018).

Fatores específicos da linha elétrica

O risco de colisão de aves depende do número de níveis verticais de fios, do espaçamento entre eles e da altura do conjunto de fios. Um estudo com lagópodes na Noruega, para testar o efeito na colisão ao remover o fio de terra da linha elétrica, mostrou que o número de colisões diminuiu cerca de metade após a remoção do fio (Bevanger e Broseth, 2001). Por sua vez, os fios a alturas maiores, apresentam maior risco de colisão, pois as aves que se aproximam têm tendência a sobrevoar a linha em vez de passar por baixo (Bernardino *et al.* 2018).

Outra característica importante dos fios é o seu diâmetro, pois a sua espessura vai influenciar a percepção do fio pelas aves. Vinculada a esta ideia vem a contribuição dos fios-terra ou condutores de proteção para a ocorrência de colisões com linhas de

transmissão. Geralmente, os fios-terra ficam na parte superior do conjunto de fios e possuem um diâmetro de cerca de metade do diâmetro dos fios condutores, tornando-se mais perigosos. Bernardino *et al.* (2018) menciona que de um total de 208 colisões de aves observadas em cinco estudos, 84 % envolviam fios-terra e apenas 16 % envolviam fios condutores.

Através de uma análise integral de todos estes fatores, Derouaux *et al.* (2012) referem que as colisões são mais frequentes nas seguintes situações:

- As linhas elétricas atravessam zonas húmidas;
- As linhas elétricas atravessam florestas;
- As linhas elétricas atravessam a zona de invernada de grandes bandos de aves;
- As linhas elétricas são de vários níveis (dois ou três fios e/ou um fio de terra);
- As condições climáticas são más (nevoeiro, chuva, neve, vento, etc.);
- Os adultos estão a alimentar as crias;
- As crias estão a aprender a voar;
- As aves estão a migrar durante a noite.

Em Portugal, as linhas elétricas estão divididas em quatro níveis de tensão pré-estabelecidos: linhas de Baixa Tensão (BT) de 400 V; linhas de Média Tensão (MT) de 6 kV, 10 kV, 15 kV e 30 kV; linhas de Alta Tensão (AT) de 60 e 100 kV; linhas de Muito Alta Tensão (MAT) de 150 kV, 220 kV e 400 kV (Brás, 2011).

As linhas de média e baixa tensão (LBT e LMT) induzem sobretudo riscos de eletrocussão para as aves. Nas linhas de alta e muito alta tensão (LAT e LMAT), as grandes distâncias entre os fios impedem geralmente o risco de eletrocussão das aves, sendo o principal risco representado pelo perigo de colisão (Ferrer, 2012). Nos Países Baixos, com 4 600 km de linhas elétricas de alta tensão, estimou-se que 750 000 a 1 000 000 aves sejam mortas por colisão todos os anos, o que representa uma média de 163-217 mortes por km por ano (Erickson *et al.*, 2005a). No entanto, mostraram-se diferenças entre habitats: nos prados, registam-se 113 colisões/km/ano; em terrenos agrícolas 58 colisões/km/ano; e perto de travessias de rios, 489 colisões/km/ano. Noutros locais da Europa, existem poucos estudos deste tipo.

Em 2022, Portugal contava com 9424 km de comprimento de Linhas de Muito Alta Tensão (150, 220 e 440 kV) cobrindo todas as regiões do país (REN, 2022.). Tendo em conta a elevada quantidade de informação sobre aves obtida em estudos ambientais, utilizaram-se dados previamente recolhidos pela empresa em censos de aves de rapina (desde 2018) em diferentes tipologias de projeto, com o objetivo de mapear, em Portugal, as zonas de maior risco de colisão com linhas elétricas de muito alta tensão (LMAT) para aves de rapinas e planadoras, tendo em conta 3 fatores: o número de indivíduos observado a passar pelas as linhas, o número de atravessamentos e a altura de voo ao cruzar a linha. Para além disso, foram colocadas as seguintes hipóteses:

- H₀₁: A proximidade às linhas elétricas não influencia a altura de voo das aves de rapina e planadoras.
- H₀₂: A altura de voo das aves de rapina e planadoras não depende da espécie.

3.2. Materiais e Métodos

Área de estudo

A área de estudo escolhida é Portugal continental. Esta escolha foi possível devido ao elevado número de projetos e dados recolhidos pela empresa desde 2018 até a atualidade (abril de 2024), em várias regiões do país.

Método de recolha de dados

O método de recolha de dados consistiu em pontos de observação direta de aves, com a duração de 1 ou 2h. Nestes pontos de observação, estão incluídas as aves de rapina e planadoras (cegonha, íbis, garças, etc.) e o corvo. Para facilitar a observação e identificação das aves utilizaram-se binóculos, telescópio e, quando necessário, o Guia de Aves da Europa (Svensson *et al.* 2010).

É de realçar que as observações foram feitas desde 2018 até abril de 2024, em vários locais de Portugal, para projetos distintos, sejam eles para linhas elétricas, parques eólicos, ferrovias, parques solares, etc., e, portanto, não se trata de amostragem especificamente realizada para este caso de estudo, existindo um conjunto muito alargado de dados de observações de aves, com diferentes finalidades e diferente número de campanhas, de acordo com o projeto e com o pedido do cliente. No entanto, a metodologia de recolha de informação utilizada é consistente de projeto para projeto.

Em cada observação realizada foram anotadas várias informações, das quais: a espécie, o número de indivíduos, a altura do voo e a sua trajetória foi desenhada num mapa. Estes dados são posteriormente informatizados em ficheiros de *Excel* e as trajetórias desenhadas são guardadas num projeto de *QGIS*, um *software* de informação geográfica.

Por convenção, o parâmetro da altura de voo foi categorizado em três alturas:

- Altura 1: voo a uma altura inferior à altura das linhas elétricas;
- Altura 2: voo a uma altura próxima à altura das linhas elétricas;
- Altura 3: voo a uma altura superior à altura das linhas elétricas.

Preparação e análise de dados

Inicialmente, foi necessário compilar e preparar os dados: os dados das observações feitas em diferentes projetos ao longo dos anos foram conjugados num ficheiro *shapefile* e a nomenclatura e altura de voo foram uniformizadas. Apenas foram tidas em conta aves de rapina e planadoras. A camada originada representa todos os movimentos de voo observados projetados num mapa e representados por linhas. Cada “linha”, ou seja, cada movimento observado, contém a informação da espécie observada correspondente, da altura de voo a que voava e do número de indivíduos nessa trajetória. A figura 31 representa um recorte do mapa para explicitar a visualização das camadas.

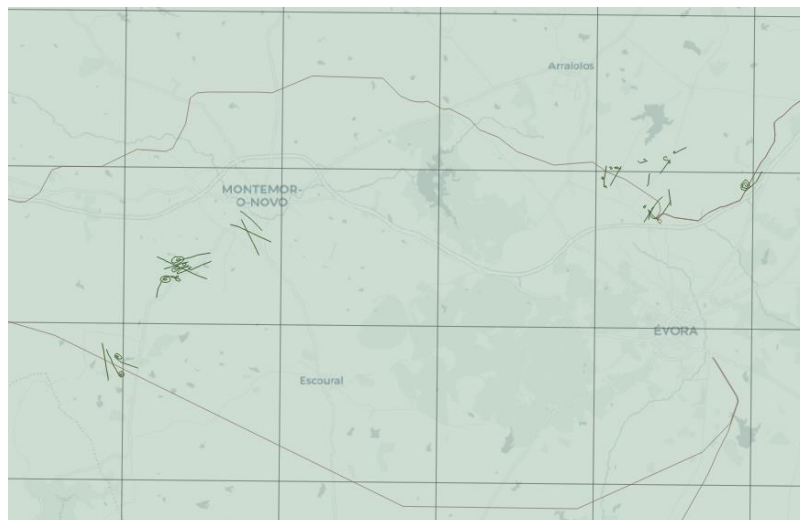


Figura 31 - Recorte do mapa de Portugal com as LMAT (a vermelho) e os movimentos de voo (a verde).

Para o mapeamento de risco de colisão recorreu-se ao *software QGIS*, utilizando como camadas principais: a Rede de linhas elétricas de Muito Alta Tensão em Portugal, informação obtida pela REN, a grelha de quadrículas *Universal Transverse Mercator* 10x10 km, como sistema cartográfico de referência e a camada com os movimentos/ rotas das aves de rapina e planadoras observadas ao longo dos anos.

Com estes dados, foi feita a contagem de atravessamentos de linhas elétricas por quadrícula, utilizando as ferramentas “Interseção”, para identificar os movimentos que intersetavam a zona das linhas elétricas, e “Juntar atributos por localização” para identificar e contar o número de interseções/ atravessamentos em cada quadrícula UTM 10x10 km. De seguida, foi feito o cálculo do risco de colisão por quadrícula. Este cálculo teve em conta o número de indivíduos que atravessaram as linhas, o número de atravessamentos por indivíduo e a altura de voo a que foram avistados a voar (1, 2 ou 3). Foram atribuídos diferentes pesos a cada altura considerando que o perigo de colisão é maior ao voar a uma altura de voo próxima à altura das linhas do que a uma altura inferior ou superior a estas. Desta forma, para calcular o índice de risco utilizou-se a seguinte fórmula para as alturas de voo 1 e 3:

$$\text{Índice de Risco} = N^{\circ} \text{ de indivíduos} \times N^{\circ} \text{ de atravessamentos} \times 0,2$$

Para a altura de voo 2, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Risco} = N^{\circ} \text{ de indivíduos} \times N^{\circ} \text{ de atravessamentos} \times 0,6$$

Por fim, somaram-se os riscos em cada quadrícula e ao obter um valor de risco de colisão por quadrícula, procedeu-se à coloração das quadrículas de modo gradual, escolhendo-se 5 cores do branco ao vermelho, representantes de 5 níveis de risco: risco muito baixo, risco baixo, risco médio, risco alto e risco muito alto. O vermelho mais escuro corresponde às quadrículas de maior risco. Os valores de risco foram divididos por cinco quartis, para permitir ter uma distribuição equilibrada sem influência de valores extremos.

Para calcular o risco por espécie, foi feita a soma dos valores de risco para cada espécie, no total das quadrículas.

Para perceber se a proximidade às linhas elétricas influencia a altura de voo das aves de rapina e planadoras, também foi utilizado o *software QGIS*. Foi feita a contagem do número de indivíduos que voaram a menos de 50m de distância das linhas (perto) e dos indivíduos que voaram a mais de 500m e até 2km das linhas (longe). Utilizou-se a ferramenta “Buffer”, para identificar as áreas que vão até 50m de distância das LMAT e as áreas que vão desde 500m de distância das LMAT até 2km (visível na figura 32), a ferramenta “Diferença”, para retirar a área intermédia criada pelo *buffer* de 50m a 500m, e a ferramenta “Selecionar pela localização” para selecionar e contar o número de indivíduos dentro de cada *buffer* (perto e longe).



Figura 32 - Recorte do mapa de Portugal com os *buffers* “perto” e “longe” das LMAT.

De forma a emparelhar os fatores “perto” e “longe” e para evitar que as variáveis do local influenciem muito os resultados, foram selecionados os movimentos de rapinas perto e longe que se consideraram adjacentes em relação às LMAT. Para isso foi tido em atenção uma área retangular não superior a 2,5 km² (demonstrado na figura 33) e a cada área foi atribuído um número para identificação. Ainda, tentou-se que o número de movimentos de aves selecionados fosse semelhante perto e longe das linhas. Através da ferramenta “Juntar atributos por localização” obteve-se todos os movimentos de voo que intersectavam estas áreas. Por fim, a camada obtida foi exportada em formato *Excel*, contendo a informação sobre as espécies, número de indivíduos e altura de voo que voaram perto e longe das linhas em cada local/área selecionada.



Figura 33 - Recorte do mapa de Portugal com áreas retangulares de emparelhamento de local para voos perto e longe das LMAT.

Para prosseguir, foi necessário reduzir o número de espécies a incluir no estudo. Numa primeira análise, onde não é considerado o fator “local”, das 35 espécies de aves de rapina e planadoras com observações, foram escolhidas as seis mais observadas, isto é, com maior número de indivíduos observados, representando o conjunto de dados A: águia-d’asa-redonda (*Buteo buteo*), cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), grifo (*Gyps fulvus*), peneireiro-de-dorso-malhado (*Falco tinnunculus*), águia-calçada (*Hieraaetus pennatus*) e milhafre-preto (*Milvus migrans*).

Tabela 2 - Espécies e número de indivíduos correspondente, incluídas no conjunto de dados A.

Conjunto de dados A	
Espécie	Nº de indivíduos
<i>Buteo buteo</i>	200
<i>Ciconia ciconia</i>	185
<i>Gyps fulvus</i>	127
<i>Falco tinnunculus</i>	90
<i>Hieraaetus pennatus</i>	79
<i>Milvus migrans</i>	78
Total Geral	759

No entanto, considerando o fator “local”, com o emparelhamento do “perto” e do “longe”, as espécies reduziram-se às que estavam presentes nos locais, diminuindo também o número de indivíduos. Entre as espécies que sobraram, foram escolhidas as que tinham maior número de indivíduos total e que possuíam observações em todos os níveis de altura

de voo e de proximidade à linha. Assim, as seguintes espécies foram incluídas na análise: águia-d’asa-redonda (*Buteo buteo*), cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), Peneireiro-de-dorso-malhado (*Falco tinnunculus*) e milhafre-preto (*Milvus migrans*), representando o conjunto de dados B.

Tabela 3 - Espécies e número de indivíduos correspondente, incluídas no conjunto de dados B.

Conjunto de dados B	
Espécie	Nº de indivíduos
<i>Ciconia ciconia</i>	119
<i>Buteo buteo</i>	54
<i>Milvus migrans</i>	34
<i>Falco tinnunculus</i>	15
Total Geral	222

Análise estatística

Com o intuito de perceber se os fatores “proximidade às linhas” e “espécie” têm influência na altura de voo, utilizou-se o *software IBM SPSS Statistics*, versão 25, da IBM.

Deste modo, a variável de resposta é “altura de voo” e as variáveis explicativas são “espécie” e “proximidade às linhas”. “Local” é um fator aleatório.

Por não existir uma distribuição normal dos dados, recorreu-se a uma análise “Modelo Linear Generalizado”. Os dados assumiam uma distribuição *poisson*, mas invertida, desta forma, inverteu-se a variável de resposta para se poder prosseguir com a análise. Para o conjunto de dados A, realizou-se então uma análise “Modelo Linear Generalizado” e para o conjunto de dados B utilizou-se uma análise “Modelo Linear Generalizado Misto” por ter a presença de um fator aleatório - o local - como emparelhamento dos movimentos perto e longe adjacentes das LMAT. Foram requeridos as médias estimadas e os testes de contraste *Pairwise* para comparações entre espécies.

As médias e os desvios-padrão de altura de voo para cada espécie foram calculados no *Excel*, devido à variável dependente estar invertida na análise estatística.

3.3. Resultados

Relativamente ao mapeamento de risco de colisão com as LMAT para as aves de rapina e planadoras em Portugal foi obtido o resultado visível na figura 34. Os valores do índice de risco estão representados na tabela 4.

O mapeamento de risco de colisão por quadrícula UTM 10x10 km conseguido através dos dados da empresa mostra que as zonas de LMAT que apresentam risco muito alto de colisão são, por ordem crescente de risco: Estremoz (106,4), Almodôvar (186,8), Ermidas do Sado (201), Ferreira do Alentejo (205,8), Carregado (276,4), Comenda (306,6), Vila Nova da Rainha (569,6) e Fundão (1403,8).

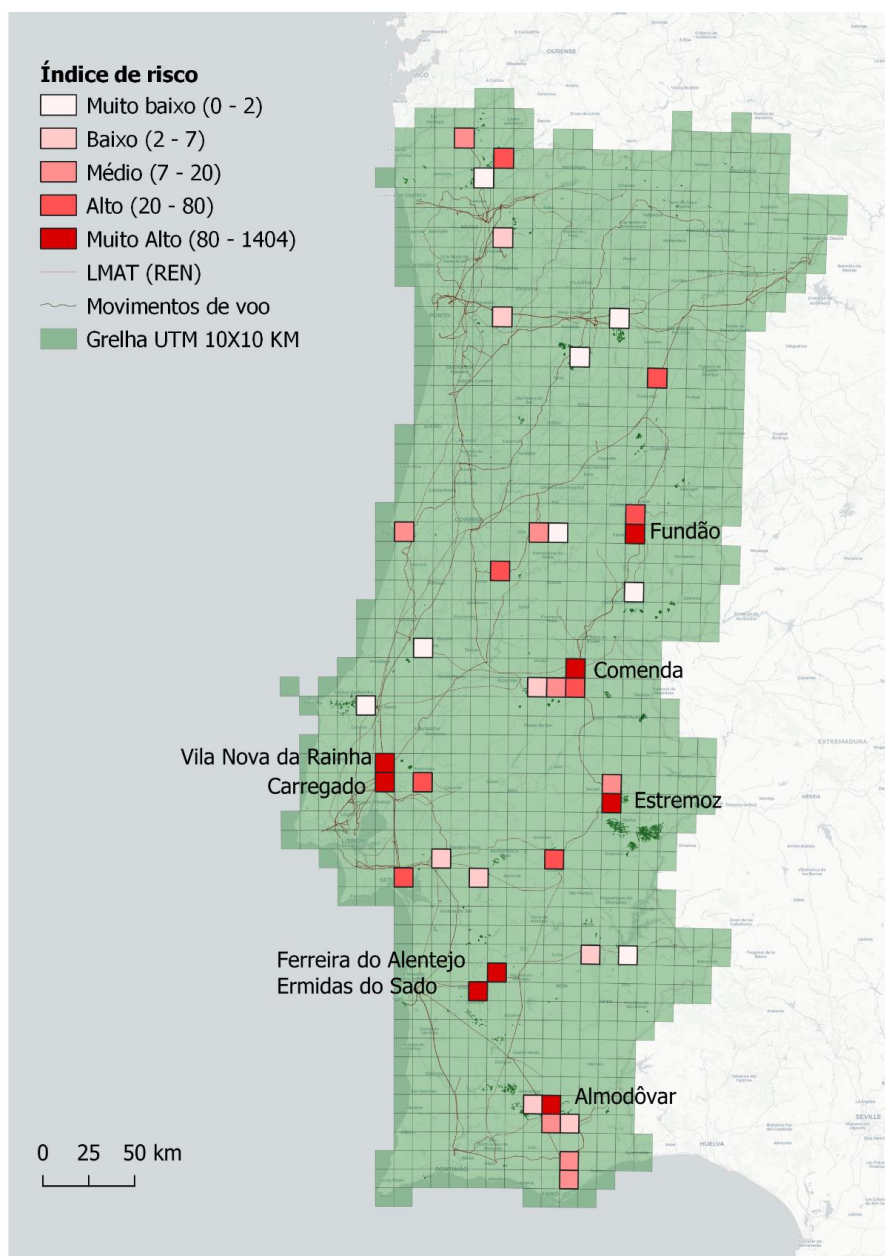


Figura 34 - Mapeamento de risco de colisão com as Linhas de Muito Alta Tensão (LMAT) para as aves de rapina e planadoras em Portugal continental, por quadrícula UTM 10x10 km.

Tabela 4 - Valores do índice de risco de colisão por quadrícula UTM 10x10 km.

UTM 10X10 km	Índice de Risco
--------------	-----------------

PE34	1403,8
ND02	569,6
PD07	306,6
ND01	276,4
NC61	205,8
NC50	201
NB94	186,8
PD20	106,4
PE35	74
ND21	58,8
NC16	37,8
NG63	34,4
PD06	30,4
NC97	26
NE62	21,6
PF42	21,6
PD21	18,4
ND96	12,8
NE14	12,2
NE84	11
NG44	9,6
PB00	8,8
PB01	8
NB93	7,2
NC37	6,4
NB84	5,4
PC12	4
NC56	3,8
PB03	3,6
NF65	3,2
ND86	2,4
NF69	1,8
NE94	1
PE31	1
PF03	0,8
ND28	0,6
NG52	0,6
MD95	0,4
PC32	0,2
PF25	0,2

Risco por espécie

A soma dos índices de risco por espécie está apresentada na tabela 5 e as espécies com maior índice de risco no gráfico 1. A cegonha (*Ciconia ciconia*) foi a espécie que apresentou maior índice de risco de colisão por larga margem (1289,6), seguida do grifo (*Gyps fulvus*, 657,8) e da águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*, 402,4).



Gráfico 1 - Espécies com maior índice de risco total. (Imagens obtidas no Pixabay).

Tabela 5 - Soma dos índices de risco por espécie.

Espécie	Soma de Índices Risco
<i>Ciconia ciconia</i>	1289,6
<i>Gyps fulvus</i>	657,8
<i>Buteo buteo</i>	402,4
<i>Hieraaetus pennatus</i>	324,6
<i>Falco tinnunculus</i>	204,6
<i>Milvus migrans</i>	192,2
<i>Aegypius monachus</i>	163,4
<i>Pernis apivorus</i>	90,6
<i>Circaetus gallicus</i>	81,2
<i>Plegadis falcinellus</i>	64
<i>Circus aeruginosus</i>	62,4
<i>Aquila fasciata</i>	39,6
<i>Milvus milvus</i>	26,4
<i>Corvus corax</i>	21
<i>Phalacrocorax carbo</i>	18,2
<i>Accipiter nisus</i>	9,6
<i>Ardea cinerea</i>	9
<i>Bubulcus ibis</i>	8
<i>Egretta garzetta</i>	8
<i>Ardea alba</i>	6,8

<i>Elanus caeruleus</i>	2,4
<i>Falco peregrinus</i>	0,8
<i>Platalea leucorodia</i>	0,2

Resultados do conjunto de dados A

A tabela 6 apresenta as médias e desvios-padrão das alturas de voo calculados para cada espécie, perto e longe das LMAT, para o conjunto de dados A. Todas as espécies obtiveram uma média de altura de voo na casa da altura 2, à exceção da espécie *Falco Tinnunculus* com médias a rondar a casa da altura 1. No geral, as médias de altura de voo entre “perto” e “longe” mostram pouca variação, não variando mais do que 28 décimas.

Tabela 6 - Média e desvio-padrão de alturas de voo por espécie longe e perto das LMAT do conjunto de dados A.

Espécie	Média		Desvio Padrão	
	Longe	Perto	Longe	Perto
<i>Buteo buteo</i>	2,146154	2,2	0,74536	0,767184
<i>Ciconia ciconia</i>	2,44	2,509091	0,637495	0,670759
<i>Falco tinnunculus</i>	1,702128	1,604651	0,796666	0,651993
<i>Gyps fulvus</i>	2,521739	2,724138	0,714421	0,446948
<i>Hieraaetus pennatus</i>	2,454545	2,326087	0,555464	0,723949
<i>Milvus migrans</i>	2,114286	2,395349	0,622044	0,615291

Observando os resultados relativos às hipóteses H_{01} - “A proximidade às linhas elétricas não influencia a altura de voo das aves de rapina e planadoras” e H_{02} - “A altura de voo das aves de rapina e planadoras não depende da espécie”, para o conjunto de dados A, obteve-se um *p-value* não significativo para a Proximidade às linhas ($p = 0,470$) e para a interação Espécie - Proximidade às linhas ($p = 0,877$). Já para o fator Espécie, o valor do *p-value* foi bastante significativo ($p = 0,000$).

Tabela 7 - Resumo de análise modelo linear generalizado.

Variáveis	Qui-quadrado de Wald	gl	<i>p-value</i>
Espécie	34,692	5	0,000
Proximidade às linhas	0,523	1	0,470
Espécie x Proximidade às linhas	1,793	5	0,877

Pela verificação das comparações pelo método *Pairwise*, a espécie que contribui mais para a significativa diferença na altura de voo entre espécies é a espécie *Falco tinnunculus*, diferindo significativamente das restantes espécies ao voar a alturas inferiores. A espécie *Buteo buteo* difere significativamente de outras duas espécies (*Ciconia ciconia* e *Gyps fulvus*), voando a alturas inferiores e contribuindo também para este resultado.

Tabela 8 - Comparações entre espécies por método *Pairwise*.

(I) Espécie	(J) Espécie	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	gl	Sig.	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
						Inferior	Superior
Buteo buteo	Ciconia ciconia	,3017 ^a	,13637	1	,027	,0344	,5689
	Falco tinnunculus	-,5194 ^a	,19022	1	,006	-,8922	-,1466
	Gyps fulvus	,4534 ^a	,14518	1	,002	,1688	,7379
	Hieraaetus pennatus	,2183	,17653	1	,216	-,1277	,5643
	Milvus migrans	,0872	,18030	1	,629	-,2662	,4406
Ciconia ciconia	Buteo buteo	-,3017 ^a	,13637	1	,027	-,5689	-,0344
	Falco tinnunculus	-,8210 ^a	,18605	1	,000	-1,1857	-,4564
	Gyps fulvus	,1517	,13968	1	,277	-,1220	,4255
	Hieraaetus pennatus	-,0833	,17203	1	,628	-,4205	,2538
	Milvus migrans	-,2145	,17590	1	,223	-,5592	,1303
Falco tinnunculus	Buteo buteo	,5194 ^a	,19022	1	,006	,1466	,8922
	Ciconia ciconia	,8210 ^a	,18605	1	,000	,4564	1,1857
	Gyps fulvus	,9728 ^a	,19260	1	,000	,5953	1,3503
	Hieraaetus pennatus	,7377 ^a	,21721	1	,001	,3120	1,1634
	Milvus migrans	,6066 ^a	,22029	1	,006	,1748	1,0383
Gyps fulvus	Buteo buteo	-,4534 ^a	,14518	1	,002	-,7379	-,1688
	Ciconia ciconia	-,1517	,13968	1	,277	-,4255	,1220
	Falco tinnunculus	-,9728 ^a	,19260	1	,000	-1,3503	-,5953
	Hieraaetus pennatus	-,2351	,17909	1	,189	-,5861	,1160
	Milvus migrans	-,3662 ^a	,18281	1	,045	-,7245	-,0079
Hieraaetus pennatus	Buteo buteo	-,2183	,17653	1	,216	-,5643	,1277
	Ciconia ciconia	,0833	,17203	1	,628	-,2538	,4205
	Falco tinnunculus	-,7377 ^a	,21721	1	,001	-1,1634	-,3120
	Gyps fulvus	,2351	,17909	1	,189	-,1160	,5861
	Milvus migrans	-,1311	,20858	1	,530	-,5399	,2777
Milvus migrans	Buteo buteo	-,0872	,18030	1	,629	-,4406	,2662
	Ciconia ciconia	,2145	,17590	1	,223	-,1303	,5592
	Falco tinnunculus	-,6066 ^a	,22029	1	,006	-1,0383	-,1748
	Gyps fulvus	,3662 ^a	,18281	1	,045	,0079	,7245
	Hieraaetus pennatus	,1311	,20858	1	,530	-,2777	,5399

Comparações entre pares de médias marginais estimadas com base na escala original da variável dependente inv_Altura_voo

a. A diferença média é significativa no nível ,05.

Resultados do conjunto de dados B

A tabela 9 apresenta as médias e desvios-padrão das alturas de voo calculados para cada espécie, perto e longe das LMAT, para o conjunto de dados B.

Tabela 9 - Média e desvio-padrão de alturas de voo por espécie longe e perto das LMAT do conjunto de dados B.

Espécie	Média		Desvio Padrão	
	Longe	Perto	Longe	Perto
<i>Buteo buteo</i>	2,0625	1,863636	0,747391	0,693834
<i>Ciconia ciconia</i>	2,4074074	2,169231	0,561694	0,449589
<i>Falco tinnunculus</i>	2,2857143	2,125	0,699854	0,599479
<i>Milvus migrans</i>	2,2777778	2,1875	0,650261	0,526634

Utilizando o conjunto de dados B, com “local” como fator aleatório, não houve diferenças significativas na altura de voo das aves em nenhum dos casos, obtendo valores de *p-value* superiores a 0,05 - tabela 10.

Tabela 10 - Resumo de análise modelo linear misto generalizado.

Variáveis	F	df1	df2	<i>p-value</i>
Espécie	0,734	3	214	0,533
Proximidade às linhas	0,505	1	214	0,478
Espécie x Proximidade às linhas	0,034	3	214	0,992

Através dos gráficos da figura 35, é visível que apesar de algumas proeminências, a espécie *Buteo buteo* por exemplo, há uma clara sobreposição das barras de erro, demonstrando a semelhança das alturas de voo entre as espécies, proximidade às linhas e interação entre ambos.

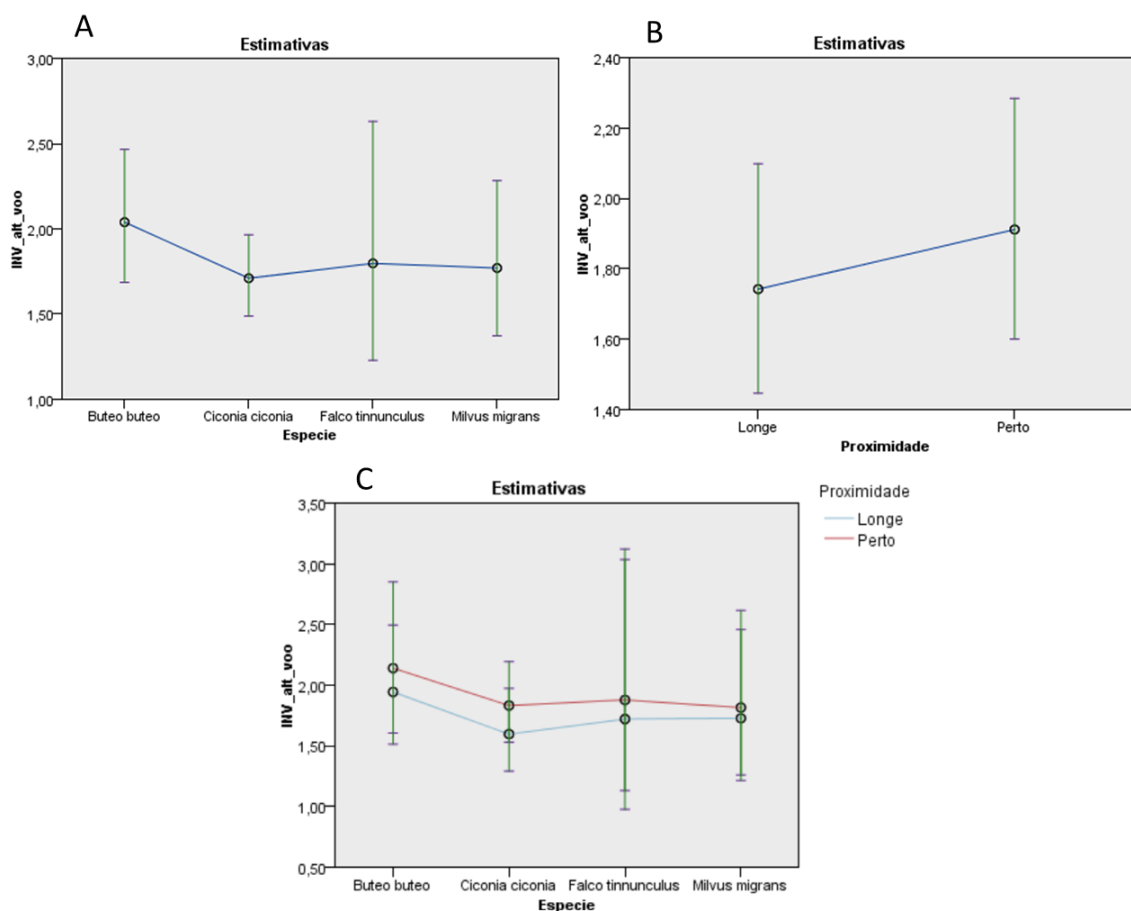


Figura 35 - Gráficos das médias estimadas da altura de voo (variável invertida) e a sua comparação entre espécies (gráfico A), entre proximidades às linhas (gráfico B) e a interação espécie - proximidade às linhas (gráfico C).

3.4. Discussão

No mapeamento de risco de colisão por quadrícula UTM 10x10 km, as quadrículas de risco muito alto distinguem-se das restantes por possuírem uma ou várias destas situações: um grande número de indivíduos a atravessar as linhas; muitos atravessamentos a uma altura de voo 2; indivíduos a atravessar as linhas muitas vezes. Os bandos de cegonha (*Ciconia ciconia*) são um grande contributo para elevar o índice de risco, o que seria de esperar, sendo uma espécie que frequentemente pousa e nidifica nos postes das linhas. Para além disso, é uma espécie que voa muito em bando, podendo aumentar o risco de colisão (Garrido & Fernández-Cruz, 2003). Também a contribuir para as quadrículas de maior risco de colisão, está um elevado número de avistamentos de grifos (*Gyps fulvus*) na zona de Comenda e Fundão, por exemplo. Apesar de as linhas elétricas não serem das maiores ameaças para os grifos (Camiña, 2004), há risco de colisão ou eletrocussão, principalmente em zonas perto de falésias e adequadas à reprodução ou alimentação da espécie (Dobrev & Popgeorgiev, 2021; Janss, 2000). A águia de asa redonda (*Buteo buteo*), a águia-calçada (*Hieraaetus pennatus*) e o peneireiro-comum (*Falco tinnunculus*) são também espécies frequentemente avistadas a fazer aumentar o índice de risco nas quadrículas.

Como mencionado anteriormente, outro fator que pode influenciar positivamente o índice de risco é o tipo de habitat ou cobertura e uso do solo presente nas zonas das linhas de muito alta tensão. Após uma análise geral da carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) 2018, verificou-se que as zonas das quadrículas que apresentaram índice de risco muito alto são compostas, majoritariamente, por floresta, pastagens e/ ou agricultura. As zonas de agricultura e pastagens correspondem com a literatura, uma vez que se tratam de habitats abertos, com boa visibilidade para a caça, atraindo as aves de rapina e tornando-se zonas de perigo de colisão (Bernardino, 2018). As florestas, por sua vez, também mostraram ser um biótopo muito presente nas proximidades das linhas com índice de risco muito alto. Em zonas florestais, para além de menor visibilidade para caça, as aves têm alternativas onde pousar e nidificar, não necessitando das linhas elétricas para esse efeito. A taxa de mortalidade por colisão e eletrocussão em linhas elétricas foi demonstrada como menor nas zonas florestais quando comparada a zonas de pastagem e agricultura (Demerdzhiev, 2014). No entanto, o risco de colisão com linhas elétricas em habitats florestais poderá ser maior se as linhas elétricas estiverem acima da linha da vegetação, podendo não ser detetadas. Num estudo associado a mortalidade de águias-de-cabeça-branca em linhas elétricas, Mojica *et al.* (2009) defende que uma linha sólida de vegetação à altura ou acima das linhas funciona como uma barreira de voo para as aves de grande porte, forçando as trajetórias de voo acima das linhas elétricas, reduzindo assim o risco de colisão, ao contrário das linhas que estão mais altas do que as árvores.

Analisando agora os resultados da segunda parte do caso de estudo, a análise estatística do conjunto de dados A demonstrou que a média das alturas de voo das aves de rapina e planadoras variam entre espécie, no entanto, não mostrou diferenças significativas com a proximidade às LMAT. Este resultado poderá ter a ver com a procura de presas e com a sua fraca extensão vertical do campo binocular frontal (Tucker, 2020; Martin e Shaw, 2010), o que vai dificultar a deteção das LMAT, mantendo a direção e altura de voo e, no caso de um voo à altura 2, aumentando a probabilidade de colisão. A espécie *Falco tinnunculus* foi a que mais contribuiu para a significância na diferença de alturas de voo entre espécies, tendo apresentado uma média de altura de voo mais baixa do que as restantes, perto e longe das linhas (visível na tabela 6). Isto poderá dever-se às características físicas e comportamentais da espécie. O Peneireiro-de-dorso-malhado (*Falco tinnunculus*) é a única ave de rapina em estudo pertencente à ordem Falconiforme. Os falconiformes são aves de pequeno-médio tamanho, com uma excelente visão e que atingem grandes velocidades de voo. Estas aves têm uma massa muscular bem desenvolvida (particularmente, os músculos pectoralis e supracoracoideus), o que permite a rápida mudança da posição das asas e facilita a rotação da asa (Varughese *et al.*, 2022). Estas características poderão explicar uma maior agilidade para voar a menores alturas, mais perto de obstáculos. De qualquer modo, as aves de rapina e planadoras selecionadas para o estudo possuem características bastante distintas entre elas, pertencendo a três ordens diferentes (Ciconiiformes, Accipitriformes e Falconiformes) o que, naturalmente, poderia originar comportamentos de voo distintos e diferentes médias de alturas de voo.

Relativamente ao conjunto de dados B, a análise não só não apresentou diferenças significativas nas alturas de voo com a proximidade às LMAT, como também não apresentou diferenças entre espécies. Esta segunda análise foi realizada com o intuito de tentar diminuir a influência das diferenças do tipo de habitat nos resultados das alturas de voo perto e longe das linhas, utilizando apenas os movimentos de voo perto que

possuísem movimentos de voo longe na proximidade. Contudo, devido a este emparelhamento, muitos dados foram removidos e a amostra diminuiu consideravelmente em número de indivíduos e em número de espécies, o que poderá ter comprometido os resultados. Um aumento do conjunto de dados poderá apresentar resultados diferentes no futuro.

3.5. Limitações do estudo

Apesar da robustez e abrangente capacidade dos dados recolhidos pela empresa desde 2018, a amostragem não percorre uniformemente todo o conjunto de LMAT de Portugal, existindo muito poucas observações próximas às LMAT nas regiões de Trás-os-Montes e Beira Litoral, por exemplo.

O índice de risco de colisão apenas tem em conta o número de indivíduos, altura de voo e número de atravessamentos de linha em cada observação. No entanto, o risco de colisão depende de muitos outros fatores. Seria também importante incluir em futuros estudos semelhantes o tipo de habitat ou cobertura do solo, considerando que zonas húmidas e zonas abertas são mais propícias à colisão com as linhas. Outro potencial fator para aprimorar o índice de risco seria a taxa de mortalidade das aves de rapina e planadoras por colisão em LMAT, dados que podem ser recolhidos em serviços de prospeções de mortalidade na empresa, apesar de ser muito difícil a cobertura total das LMAT em Portugal.

3.6. Conclusão

Em jeito de conclusão, a compilação de dados recolhidos pela empresa numa variedade de projetos desde 2018, permitiu realizar um mapeamento de risco de colisão de aves de rapina e planadoras com as Linhas de Muito Alta Tensão em Portugal. As quadrículas UTM 10x10 km que obtiveram risco muito elevado correspondem às seguintes zonas, por ordem crescente de risco: Estremoz, Almodôvar, Ermidas do Sado, Ferreira do Alentejo, Carregado, Comenda, Vila Nova da Rainha e Fundão. No que toca às espécies, a cegonha (*Ciconia ciconia*) foi a espécie que apresentou maior índice de risco de colisão, seguida do grifo (*Gyps fulvus*) e da águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*). Considerando o conjunto de dados A, a hipótese nula 1 - “A proximidade às linhas elétricas não influencia a altura de voo das aves de rapina e planadoras” foi aceite, com um *p-value* não significativo de 0,470 e a hipótese nula 2 - “A altura de voo das aves de rapina e planadoras não depende da espécie” foi rejeitada, com um *p-value* de 0,000. Quando há um emparelhamento de movimentos de voo “perto” e “longe” por local, no conjunto de dados B, ambas as hipóteses são aceites (H_01 *p-value*: 0,478; H_02 *p-value*: 0,533), mas o tamanho da amostra em análise é consideravelmente menor do que o do conjunto de dados A.

Uma contínua participação na monitorização e estudos de impacto de projetos tem permitido à empresa aumentar o banco de dados, o que representará uma maior proximidade à realidade, sensibilidade e rigor em futuros estudos deste género. Mapear em Portugal as zonas onde as LMAT são de maior risco de colisão pode ser muito útil e importante para reforçar e implementar medidas de mitigação de colisão nessas áreas e diminuir a mortalidade de aves de rapina e planadoras em Portugal.

4. Considerações finais e análise crítica

Ao longo do estágio foi desempenhada uma grande variedade de tarefas e trabalhos relacionados, principalmente, com biodiversidade e ecologia. Estas tarefas foram sendo atribuídas conforme os projetos a decorrer na empresa e tendo em conta uma aprendizagem integral e aprofundada das funções do biólogo na área.

As funções podem dividir-se em dois locais de trabalho: o trabalho de campo e o trabalho de escritório. O trabalho de campo realizado diz respeito, maioritariamente, à recolha de dados de biodiversidade em áreas de projeto e áreas de controlo, seja de aves, quirópteros, mamíferos, répteis, anfíbios ou flora. Porém, inclui também prospeções de mortalidade em estruturas como linhas elétricas e parque eólicos, prospeção e visitas a abrigos de quirópteros, realização prática de medidas de compensação, como sementeiras de espécies endémicas protegidas, identificação e marcação de árvores em áreas projeto e realização de testes de remoção de cadáveres em parques eólicos. Por sua vez, o trabalho realizado em escritório abrange informatização, análise e interpretação de dados recolhidos em campo, caracterização de áreas de estudo, incluindo pesquisa bibliográfica de biodiversidade, elaboração de mapas de enquadramento da área e caracterização de pontos de amostragem, escrita de relatórios (de monitorização e EIA), compilação e exploração de dados para realização de pósteres científicos, programação de material para campo, redação de textos de sensibilidade ambiental e receção de formações em diversos temas.

A compilação e exploração de dados da empresa surgiu com o objetivo de dar uma utilidade diferente à enorme quantidade de dados recolhidos ao longo dos anos e projetos, direcionada para a investigação, criação e publicação de novos conhecimentos potencialmente úteis na área da conservação de espécies. Foi prestada ajuda na elaboração de um póster científico com o tema “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge: Vultures, a case study” e iniciada a exploração de dados para um novo póster com o tema “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge in Portugal: the case of *Nyctalus lasiopterus*”. Foi, ainda, cumprida a elaboração de um mapeamento de risco de colisão com infraestruturas lineares de muito alta tensão de aves de rapina e planadoras em Portugal, incluindo ainda o estudo das hipóteses: “A proximidade às linhas elétricas não influencia a altura de voo das aves de rapina e planadoras” e “a altura de voo das aves de rapina e planadoras não depende da espécie”. Os resultados preliminares deste estudo permitiram também a construção de um póster científico. Os resultados finais permitiram obter um mapa final com as quadrículas UTM 10x10 km graduadas com cores indicativas do risco de colisão e concluir que não houve uma alteração significativa nas alturas de voo das aves com a proximidade às linhas elétricas, no entanto, considerando o conjunto de dados maior, foi detetada uma diferença significativa nas alturas de voo entre espécies, atribuída especialmente à espécie *Falco tinnunculus*.

O desenvolvimento do mapa de risco de colisão pode fornecer informação importante sobre os locais onde aves migratórias, como o milhafre-preto, ou mesmo residentes, como a águia-d’asa-redonda, poderão estar mais vulneráveis a acidentes com as LMAT. Ainda, estes dados poderão ser cruciais para aves de rapina que se encontram em risco de extinção, como é o caso do Peneireiro-de-dorso-malhado, com estatuto “Vulnerável” em Portugal ou do abutre-preto, com estatuto “Em Perigo”. A somar ao mapa de risco, o facto

de o estudo também ter indicado que as aves ali observadas não mostram uma alteração na altura de voo com a proximidade às LMAT poderá tornar estas zonas ainda mais perigosas. Com isto, as medidas de mitigação de impactos, como a instalação de dispositivos de sinalização mais eficazes ou a modificação do desenho das linhas, podem ser priorizadas nestas zonas críticas identificadas, os recursos humanos e financeiros destinados à prevenção de colisões podem ser alocados de forma mais eficiente e estas zonas críticas podem, também, ser tidas em conta no planeamento e licenciamento de novos projetos de linhas elétricas.

Considerando tudo isto e em reflexão retrospectiva, a realização deste estágio permitiu uma aprendizagem extensa, constante e enriquecedora. Foram adquiridas novas ferramentas e aprimoradas habilidades no uso do *Excel*. O aprendizado no *software QGIS* foi notável, permitindo a descoberta das suas múltiplas funcionalidades e ferramentas, através do seu uso frequente. Houve um avanço considerável na compreensão do funcionamento dos *softwares Rstudio* e *SPSS*. O programa *DigiKam* foi introduzido e explorado, revelando-se extremamente útil para a identificação de animais em fotografias. Adicionalmente, foram apreendidos novos motores de busca de informação e assimilados novos conceitos no mundo da consultoria ambiental e também na ecologia. Foram treinadas capacidades como espírito crítico, autonomia, estimulação criativa, escrita científica, trabalho de equipa, identificação de aves, identificação de mamíferos e de indícios da sua presença. Houve aquisição de conhecimento prático no manuseio de materiais e equipamentos para recolha de dados em campo, como *AudioMoths*, câmaras de armadilhagem fotográfica, telescópios e binóculos. Também foram apreendidas técnicas e métodos de amostragem utilizados na realização de estudos ambientais.

Em suma, a realização deste estágio gerou um impacto muito positivo na minha aprendizagem e desenvolvimento de capacidades. Permitiu-me pôr em prática alguns conhecimentos adquiridos previamente em disciplinas de mestrado e licenciatura, como conhecimentos de sistemas de informação geográfica, análise estatística e exploração e análise de dados. Prestei todo o auxílio requerido e tomei iniciativas quando necessário, contribuí com ideias de temas a abordar nas redes sociais e em pósteres científicos e foi prestada ajuda em momentos de aproximação de prazos de entrega de relatórios e de muito trabalho para poucas horas e, por vezes, para poucos técnicos.

Foi gratificante enquanto estagiária, pertencer a uma empresa em crescimento, com uma equipa unida, competente e trabalhadora e poder contribuir para o seu desenvolvimento enquanto inevitavelmente contribuí para o meu.

5. Referências

Agência Portuguesa do Ambiente. Fases de AIA. Disponível em: <https://apambiente.pt/avaliacao-e-gestao-ambiental/fases-de-aia>. Acesso em: 13 jun. 2024.

Alter, B. (2012). *Environmental consulting fundamentals: investigation and remediation*. Boca Raton, FL, USA: *CRC Press*.

Bernardino, J. *et al.* (2018). Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, 222, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.029>

Biasotto, L., & Kindel, A. (2018). Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, 71, 110-119. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.010>

Bioinsight. (2024). Bioinsight. Disponível em: <https://www.bioinsight.pt/>.

Bisht, A., Kamboj, N., Kamboj, V. & Bisht, A. (2020). A review on the role of emerging anthropogenic activities in environmental degradation and emphasis on their mitigation. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 5(3): 419-425. <https://doi.org/10.26832/24566632.2020.0503025>

Brás, N. (2011). *Intervenção em Redes Elétricas de Distribuição de Energia* (Tese de mestrado). Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra.

Camiña, A. (2004). Griffon Vulture *Gyps fulvus* monitoring in Spain: current research and conservation projects. Em R. D. Chancellor & B.-U. Meyburg (Eds.), *Raptor worldwide* (pp. 45-66). Madrid, Espanha: *WWGBP*.

Chertow, M. (2000). The IPAT equation and its variants. *Journal of industrial ecology*, 4(4), 13-29. <https://doi.org/10.1162/10881980052541927>

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo. Enquadramento - Avaliação de Impacte Ambiental (AIA). CCDR LVT 2022. Disponível em: <https://www.ccdr-lvt.pt/ambiente/avaliacao-de-impacte-ambiental-aia/enquadramento-avaliacao-de-impacte-ambiental-aia/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

da Luz Mathias, M. *et al.* (Eds.). (2023). Livro vermelho dos mamíferos de Portugal continental. *Fciencias*. ID, ICNF, Lisboa.

Decreto-lei nº 151-B/2013. Avaliação de Impacte Ambiental (AIA). (31-10-2013) Anexo V. Disponível em: https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_print_articulado.php?tabela=leis&artigo_id=&nid=2837&nversao=&tabela=leis.

Demerdzhiev, D. (2014). Factors influencing bird mortality caused by power lines within special protected areas and undertaken conservation efforts. *Acta zoologica bulgarica*, 66(2), 411-423.

Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (2020). Manual AIA. Disponível em: https://www.dgadr.gov.pt/images/docs/amb_ord/Procedim_AIA/Manual_AIA.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

Direção-Geral do Território. (2018). Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) 2018 [Shapefile]. Direção-Geral do Território. Disponível em: <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=COS&fast=index>

Dobrev, D., & Popgeorgiev, G. (2021). Habitat preferences of the Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) in Bulgaria to support species management. *Ornis Fennica*, 98(3), 116-127. <https://doi.org/10.51812/of.133986>

Ecosativa. (2024). Serviços. Disponível em: <https://www.ecosativa.pt/servicos>.

Erickson, W., Johnson, G., & Young Jr, D. (2005). A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. *USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191*, 1029-1042.

Ferrer, M., & Janss, G. (2012). Birds and power lines. *Quercus*, Madrid, Espanha.

Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., & Pallua, I. (2014). A sociometabolic reading of the Anthropocene: Modes of subsistence, population size and human impact on Earth. *The Anthropocene Review*, 1(1), 8-33. <https://doi.org/10.1177/2053019613518033>

Floradata. (2024). Floradata. Disponível em: <https://floradata.pt/>.

Garrido, J., & Fernández-Cruz, M. (2003). Effects of power lines on a White Stork *Ciconia ciconia* population in central Spain. *Ardeola*, 50(2), 191-200.

Goudie, A. (2018). Human impact on the natural environment (8th ed.). *John Wiley & Sons*.

Güntürkün, O. (2000). Sensory physiology: vision. Em *Sturkies avian physiology* (5th ed.), 1-19. Honolulu, Hawaii: *G. Causey Whittow*.

Henderson, I., Langston, R., & Clark, N. (1996). The response of common terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and wind speed. *Biological Conservation*, 77(2-3), 185-192. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00144-1](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00144-1)

IEA (2016). World Energy Outlook 2016, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2016>, Licence: CC BY 4.0

Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. (2010). Manual de apoio à análise de projectos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Relatório não publicado.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2013). Arvoredo de Interesse Público. Disponível em: https://geocatalogo.icnf.pt/metadados/arv_class.html.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2017). Diretrizes para a consideração de morcegos em programas de monitorização de Parques Eólicos em Portugal continental (Revisão outubro 2017). Disponível em: <https://www.icnf.pt/api/file/doc/acc27c2d9cad609c>.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2019). Corredores Ecológicos. Disponível em: https://geocatalogo.icnf.pt/metadados/corredores_ecologicos.html.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2019). Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica – versão revista. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Relatório não publicado.

Janss, G. (2000). Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95(3), 353-359. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00021-5)

Kays, R. & Slauson, K. (2008). Remote cameras. Em *Noninvasive survey methods for carnivores*, 110-140. Washington DC, USA: *Island Press*.

Lista Vermelha das Aves de Portugal Continental. (2022). Espécies. Lista Vermelha das Aves. Disponível em: <https://www.listavermelhasdasaves.pt/lista-vermelha/>

Martin, G., & Shaw, J. (2010). Bird collisions with power lines: failing to see the way ahead? *Biological Conservation*, 143(11), 2695-2702. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.014>

Mojica, E. *et al.* (2009). Factors contributing to Bald Eagle electrocutions and line collisions on Aberdeen Proving Ground, Maryland. *Journal of Raptor Research*, 43(1), 57-61. <https://doi.org/10.3356/JRR-07-60.1>

Mordor Intelligence. (2024). Environmental consulting market - Growth, trends, and forecasts (2024 - 2029). *Mordor Intelligence*. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/environmental-consulting-market>.

Owen, D. (2019). Consultants, the Environment, and the Law. *Ariz. L. Rev.*, 61, 823.

Owen, D. (2021). Private facilitators of public regulation: A study of the environmental consulting industry. *Regulation & Governance*, 15(1), 226-242. <https://doi.org/10.1111/rego.12284>

Potier, S. *et al.* (2020). How fast can raptors see? *Journal of Experimental Biology*, 223(1). <https://doi.org/10.1242/jeb.209031>

Portaria nº 395/2015, de 4 de novembro. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Anexo V. Disponível em: <https://www.ccdr-lvt.pt/wp-content/uploads/2022/03/Portaria-395-2015.pdf>.

Prakash, S. and Verma A. (2022). Anthropogenic activities and Biodiversity threats. *International Journal of Biological Innovations*. 4(1): 94-103.

REN - Redes Energéticas Nacionais. (2022). Redes. Disponível em: <https://datahub.ren.pt/pt/redes/?date=2022-12-31>

Rovero, F., Tobler, M. & Sanderson, J. (2010). Camera trapping for inventorying terrestrial vertebrates. *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring. The Belgian National Focal Point to the Global Taxonomy Initiative*, 8, 100-128.

Sam, P. (1999). International environmental consulting practice: how and where to take advantage of global opportunities. New York, NY, USA: *John Wiley & Sons*.

Sánchez, L. (2020). Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos (3ª ed.). São Paulo, Brasil: *Oficina de textos*.

Sobral & Monteiro Consulting. (2024). Serviços. Disponível em: <https://www.smconsulting.pt/servicos>.

Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., & Grant, P. (2010). Guia de Aves: O Guia de Campo mais completo das Aves de Portugal e da Europa (2ª ed.). Lisboa, Portugal: *Assírio & Alvim*.

Tucker, V. (2000). The deep fovea, sideways vision and spiral flight paths in raptors. *Journal of Experimental Biology*, 203(24), 3745-3754. <https://doi.org/10.1242/jeb.203.24.3745>

Varughese, T., Park, E., Ali, M., & Granatosky, M. (2022). Falconiformes Locomotion. Em *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* (pp. 2614-2619). Rochester, MI: *Springer International Publishing*.

Westman, W. (1984). Ecology, impact assessment, and environmental planning. *John Wiley & Sons*.


smconsulting.pt

ENVIRONMENTAL IMPACT STUDIES AS CONTRIBUTORS FOR SCIENTIFIC SPECIES KNOWLEDGE: VULTURES, A CASE STUDY

V. RODRIGUES¹, B. MONTEIRO^{1,2}, F. PEREIRA¹, L. TAVARES¹, A. ELISEU¹, C. GORDO¹, L.

¹ Sobral & Monteiro, Consulting (www.smconsulting.pt) ² contact author: bmonteiro@smconsulting.pt * submitting author: vrodrigues@smconsulting.pt

BACKGROUND

Environmental impact studies have been increasing in the last 20 years, in Portugal. This is reflected in a large input of data on the presence and distribution of fauna.

There has been an increase in investment in large-scale renewable energy projects. As a consequence, we have seen an increase in the production of environmental impact studies.

These studies are carried out by environmental consultancy companies. As such these companies have robust data bases, which cover a great time lapse, territory and number of species.

The large amount of data, especially about vultures, raptors and bats are very relevant as these are the groups most affected by this infrastructure, such as wind turbines.

The large amount of data collected by these companies could be used for conservation programs, as they show the abundance, distribution of species and how they interact with large infrastructure.

METHODS

All the data was collected through direct observation points, of one and two hours long, in the last five years.

The distribution and abundance were estimated by mapping individuals' movements and number of individuals through the years, based on GIS mapping, using a UTM 10x10 grid, for the whole country. The average number of individuals for each grid unit was estimated.

RESULTS

In the last five years, our team registered a total of **1001 contacts** with *Gyps fulvus* and *Aegypius monachus*, throughout Portugal.



Gyps fulvus
registered a total of **938 contacts**





Aegypius monachus
registered a total of **63 contacts**



CONCLUSIONS

- The company managed to cover a large part of the Portuguese mainland.
- Castelo Branco and Portalegre, regions of Beira Interior and Tejo Internacional, is where we registered the largest number of *Gyps fulvus*.
- *Aegypius monachus* was registered mainly in Castelo Branco and Beja regions.
- This data could be beneficial for the conservation of species, if the number of partnerships between public entities or non-governmental organizations and environmental consultancy companies increased.



Figura 36 – Póster científico “Environmental Impact Studies as Contributors for Scientific Species Knowledge: Vultures, a case study” de Vanessa Rodrigues, Bárbara Monteiro, Filipe Pereira, Leonor Tavares, Andreia Eliseu, Cristina Gordo e Luís Ferreira.

RISK MAPPING OF LINEAR INFRASTRUCTURES (LMAT) FOR BIRDS OF PREY AND GLIDERS

A. ELISEU, V. RODRIGUES, D. SACRAS, F. HINTZE, B. MONTEIRO, L. FERREIRA, P. G. MOTA



BACAKGROUND & GOALS

- Environmental impact studies have been increasing in the last 20 years, in Portugal. This is reflected in a large input of data on the presence and distribution of fauna.
- In 2022, Portugal had a total of 9424 km of Very High Voltage Lines (VHVL/LMAT - 150, 220 and 440 kV) covering all regions of the country¹.
- Birds are thought to be one of the animal groups that interact most with transmission lines, often using the poles to perch or nest, resulting in at least hundreds of thousands of deaths every year².
- Due to environmental impact studies, environmental consulting companies collect great amounts of data, covering a great time lapse, territory and number of species. Using this data we aim to:



Map the risk of very high voltage lines for birds of prey and gliders in Portugal.



Understand if the proximity to power lines influences the flight height of birds.

METHODS



DATA COLLECTION:

Direct observation points of 1/2 hours long, from 2018 until 2024.

It was taken in consideration the number of individuals and the mapping of their respective movements.

Risk index calculation:
nr individuals x nr line crossings x height of flight, for each UTM 10x10 km grid.

Number of bird movements far (500m – 2km) and near (0 – 50m) the lines was calculated with QGIS tools.

Risk per species: mean of risk per observation per species.

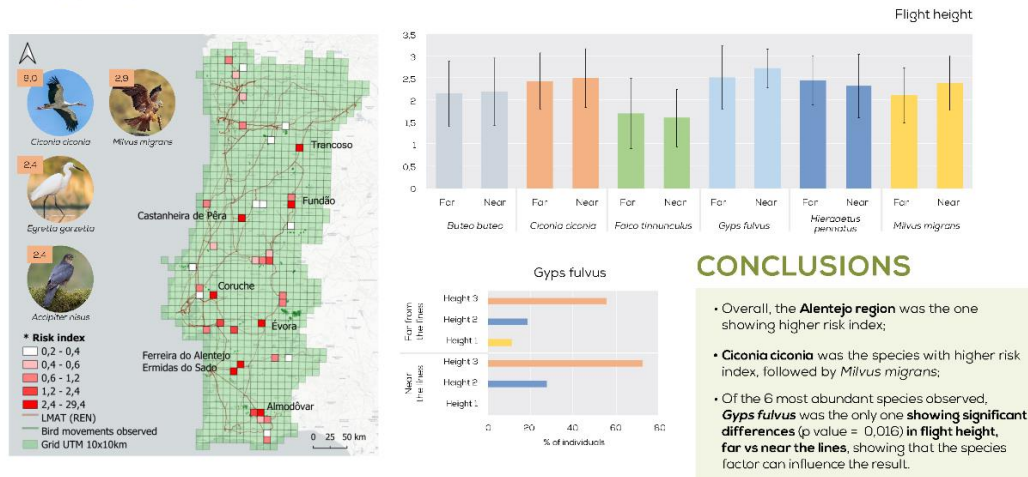
Flight heights' means were calculated per species and per line proximity (far/ near).
Qui-square test was used to test the significance of species and line proximity on flight heights.

FLIGHT HEIGHT CODE:

- 1 – under the lines;
- 2 – lines height;
- 3 – above the lines.

To calculate the risk, different weights were given, with 0.2 assigned to heights 1 and 3 and 0.6 to height 2.

RESULTS



Eliseu, V. et al. (2024)

1 - Bernardino, J. (2016). Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biologia Conservation*, 218, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.bioco.2017.12.032>

2 - REN. (2022). *Eleticidade. REN - Redes Energéticas Nacionais*. <https://www.ren.pt/pt-pt/atividades/eleticidade>.



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



SOBRAL & MONTEIRO Consulting

Figura 37 – Póster científico “Risk mapping of linear infrastructures (LMAT) for birds of prey and gliders” de Andreia Eliseu, Vanessa Rodrigues, David Sacras, Frederico Hintze, Bárbara Monteiro, Luís Ferreira e Paulo Gama Mota.