

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Monitorização de flora, lobo, aves e quirópteros no Parque Eólico do Sabugal**

Inês Carolina Reis dos Santos

**Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental**

Relatório de estágio orientado por:

Doutor Daniel Pires (BIOTA)

Prof. Doutora Maria Filomena Magalhães (FCUL)

2017

## **Dedicatória e agradecimentos**

Aos meus pais, sem eles nada disto seria possível. Obrigada por acreditarem em mim, pela paciência, sacrifícios e amor incondicional e por me proporcionarem esta oportunidade. Um obrigado ao meu irmão Rui, que, apesar das nossas diferenças, esteve e estará sempre ao meu lado.

Aos meus amigos, pela presença constante, todo o apoio e “desencaminhamento”, em especial, ao Cristiano pelas distrações, apoio e por me aturar nos momentos mais difíceis.

À Biota pela excelente oportunidade que me deu. A toda a equipa, pois a sua ajuda, boa disposição e espírito de camaradagem e família tornaram a minha experiência inesquecível.

Aos meus orientadores, Daniel Pires pela sua preciosa ajuda, ensinamentos, persistência, perseverança e palavras de encorajamento, e Filomena Magalhães por ter demonstrado sempre disponibilidade, dedicação, auxílio, interesse e palavras de apoio ao longo deste percurso.

## Resumo

Os gases com efeito de estufa resultantes da queima de combustíveis fósseis são uma das principais causas das alterações climáticas. Dada a problemática associada ao aquecimento global, às alterações do clima e território e à poluição, devido ao crescimento económico e demanda energética baseado na queima de combustíveis fósseis, há necessidade de encontrar alternativas para a produção de energia. A energia eólica é, hoje em dia, das energias renováveis mais difundidas e utilizadas como alternativa à queima de combustíveis fósseis. Contudo, os seus impactos não são neutros.

O objetivo deste trabalho foi monitorizar as possíveis alterações apresentadas por diferentes grupos biológicos (*i.e.* flora, lobo, aves e quirópteros) ao longo das diferentes fases de implementação do projeto (*i.e.* pré-construção, construção e exploração) “Monitorização do Sobreequipamento do Parque Eólico do Sabugal”. Neste âmbito foram considerados os 6 aerogeradores mais recentes (*i.e.* sobreequipamento) e as infraestruturas do Parque Eólico do Sabugal já anteriormente instaladas, perfazendo um total de 20 aerogeradores de 2 MW (megawatts). Em concreto, foi feita a análise de dados recolhidos em monitorizações obrigatórias dos diversos grupos biológicos, definidas pela Declaração de Impacto Ambiental do projeto e determinada a mortalidade de aves e quirópteros associada à atividade do parque eólico. Especificamente o trabalho teve os seguintes objetivos: i) confirmar a ocorrência de espécies florísticas com interesse ecológico (*Viola langeana*, *Thymelaea procumbens* e *Centaurea herminii*) e avaliar a sua evolução espacial e temporal; ii) perceber a utilização da área pelo lobo ibérico, bem como pelas suas presas; iii) avaliar as populações de aves; iv) compreender o uso do espaço pelos quirópteros, e (v) determinar a mortalidade de aves e quirópteros associada ao parque eólico. Para tal, a amostragem de campo envolveu metodologias distintas para cada grupo, análise da vegetação, segundo o método *Braun-Blanquet*, prospeção de indícios em transetos para o lobo, pontos de escuta e observação para as aves e quirópteros. Por fim, os dados recolhidos foram tratados sendo analisados os seguintes parâmetros: Índice Quilométrico de Abundância (IQA) para o lobo e suas presas, caracterização das comunidades de aves, quirópteros e flora através cálculo de riqueza, abundância e diversidade específicas e foram utilizadas técnicas estatísticas, de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), modelos lineares generalizados mistos (MLGM) e análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA) para análise da variação da estrutura das comunidades em análise.

No que diz respeito à flora foi demonstrado que houve um aumento do solo nu e uma diminuição dos estratos herbáceos e arbustivos no ano de exploração comparativamente ao ano de pré construção, havendo ainda, uma diminuição da abundância para as três espécies alvo na área de parque no ano de pré construção para o de exploração. Assim, os resultados observados refletem os efeitos da construção do parque na flora alvo e vegetação envolvente, estando estes diretamente relacionados com a perda de espécies e de habitat. Não foram encontrados indícios de presença de lobo, tendo o IQA das suas presas (javali e corço) sido baixo nos três anos, principalmente para o corço o que indica que a área poderá ser um território de baixo interesse alimentar para o lobo, podendo ser este um dos fatores que justifica a ausência de indícios de presença e atividade deste animal. Relativamente às aves em geral, a abundância, riqueza e diversidade foram superiores na área controlo onde a estrutura das comunidades apresentou também maior semelhança. O ano de pré construção foi o que apresentou maiores semelhanças de composição das comunidades de aves em geral. Tal pode indicar um possível afastamento deste grupo criado pela presença do parque eólico. A maior abundância e riqueza específica de aves de rapina e outras planadoras ocorreu no ano de exploração, porém, o ano de pré construção foi o que apresentou menor variação na estrutura das comunidades. Na área controlo as aves voaram na banda com risco mais elevado, sendo que, na área de parque a maioria das observações registadas foram na banda de risco mais baixo. Entre as espécies de aves observadas contam-se quatro com estatuto de ameaça: “ criticamente em Perigo ” (CR), “Vulnerável” (VU) ou “Em perigo”(EN). Os quirópteros apresentaram maior número de passagens

no ano de exploração, e utilizaram preferencialmente o habitat pinhal. Também se verificou que a temperatura e a intensidade do vento são fatores que influenciam a atividade destes organismos e que a distância a linhas de água influencia a sua ocupação dos abrigos. Contudo, os resultados mostraram que não ocorre seleção, por parte dos quirópteros, da área controlada em detrimento do parque (e vice-versa), o que poderá indicar que a presença do parque tem uma influência pouco marcada na atividade deste grupo. A mortalidade estimada de quirópteros e aves de grande porte foi elevada para este parque eólico.

Os efeitos do parque eólico foram diferentes para cada um dos grupos biológicos analisados sendo a flora, as aves e os morcegos afetados devido, à alteração do habitat e à mortalidade causada pela colisão, respetivamente.

Trabalhos como este, que permitem recolher um grande volume de dados, podem ser essenciais para a correta avaliação dos impactos sobre a fauna e flora decorrentes da produção de energia eólica, e para conseguir tornar esta energia alternativa ainda mais “amiga do ambiente”.

**Palavras-chave:** energias renováveis, energia eólica, monitorização ambiental, Estudo de Impacto Ambiental, impactos na fauna e flora

## Abstract

Greenhouse gases from the burning of fossil fuels are a major cause of climate change. Given the problems associated with global warming, changes in climate and territory, and pollution, due to economic growth and energy demand based on the burning of fossil fuels, there is a need to find alternatives for energy production. Wind energy is nowadays the most widespread renewable energy used as an alternative to the burning of fossil fuels. However, their impacts are not neutral.

The aim of this work was to monitor the possible changes suffered by different biological groups (i.e. flora, wolf, birds and bats) throughout the different phases of project implementation (i.e., pre-construction, construction and exploration). In this context, the six most recent wind turbines and the infrastructures already installed in Sabugal Wind Farm were considered, totaling 20 wind turbines of 2 MW (megawatts). The data collected in mandatory monitoring of the various biological groups, as defined by the Environmental Impact Statement of the project, was analyzed and it was determined the mortality of birds and bats associated with the activity of the wind farm. Specifically the work had the following aims: i) confirm the occurrence of floristic species with ecological interest (*Viola langeana*, *Thymelaea procumbens* and *Centaurea herminii*) and evaluate its spatial and temporal evolution; ii) understand the use of the area by the iberian wolf, as well as by its prey; (iii) assessing bird populations; iv) understand the use of space by bats, and (v) determine the mortality of birds and bats associated with the wind farm. For this, the field sampling involved different methodologies for each group, such as analysis of vegetation according to the *Braun-Blanquet* method, prospecting of clues in transects for wolf, listening and observation points for birds and bats. Finally, the data collected was processed and the following parameters were analyzed: Kilometric Abundance Index (IKA) for wolf and its prey, characterization of the communities of birds, bats and flora through the calculation of specific richness, abundance and diversity and statistical techniques such as non-metric multidimensional scaling (NMDS), generalized linear mixed models (MLGM) and permutative multivariate analysis of variance (PERMANOVA) were used to analyze the variation of the structure of the communities under analysis. Regarding the flora, it was demonstrated that there was an increase in bare soil and a decrease of the herbaceous and shrub strata in the exploration year compared to the pre-construction year, and there was a decrease in the abundance for the three target species in the area of park in the years of construction and exploration. Thus, the observed results reflect the effects of the construction of the park on the target flora and vegetation, being these directly related to the loss of species and habitat. There were no signs of wolf presence, due to the IKA of its prey being low in the three years, mainly for the roe deer which indicates that the area, probably is a territory of low interest for the wolf, being this one of the factors that justifies the absence of evidence of presence and activity of this animal. For birds in general, abundance, richness and diversity were higher in the control area where the community structure also showed greater similarity. The pre-construction year was the one that presented the greatest similarities of composition of the bird communities. This may indicate a possible evasion of this group created by the presence of the wind farm. The bigger abundance and specific richness of birds of prey and other gliders occurred in the year of exploration, however, the year of pre-construction was the one that presented the lowest variation in the structure of the communities. In the control area, the birds flew in the band with the highest risk, and in the park area most of the recorded observations were in the lowest risk band. Among the bird species observed are four threatened species with the following threatened categories "Critically Endangered" (CR), "Vulnerable" (VU) or "Endangered" (EN). The highest number of passages for bats was the in the year of exploration, and the preferred habitat was the pine forest. It was also verified that the temperature and the intensity of the wind are factors that influence the activity of these organisms and that the distance to water lines influences their occupation of the shelters. However, the results showed that there is no selection by the bats from the control area to the

detriment of the park (and vice versa), which may indicate that the presence of the park has a little influence on the activity of this group.

The estimated mortality of large birds and bats was high.

The effects of the wind farm were different for each of the biological groups analyzed, being the flora, birds and bats very affected due to the alteration of the habitat and the mortality caused by the collision, respectively.

Works such as this, which allow a large volume of data to be collected, may be essential for the correct assessment of the impacts on fauna and flora from wind energy production, and to make this alternative energy even more environmentally friendly.

**Key-words:** renewable energies, wind energy, environmental monitoring, environmental impact statement, fauna and flora impacts

## Índice

Dedicatória e agradecimentos .....	i
Resumo.....	ii
Abstract .....	iv
Lista de abreviaturas e símbolos .....	xii
1. Introdução .....	1
1.1 A Energia e o Ambiente .....	1
1.1.1 Combustíveis fósseis, Alterações Climáticas e poluição.....	1
1.1.2 Energia.....	1
1.1.3 Energias renováveis .....	2
1.1.4 Energia eólica .....	2
1.1.4.1 Energia eólica no mundo .....	3
1.1.4.2 Energia eólica em Portugal.....	4
1.1.4.3 Impacto da energia eólica.....	4
1.2 Âmbito da Avaliação de Impacto Ambiental .....	5
1.3 A empresa.....	6
1.4 O projeto.....	6
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivos pedagógicos do estágio:.....	8
2. Área de estudo.....	8
2.1 Caracterização biogeográfica da Área de Estudo .....	8
2.2 Potenciais impactos do Parque Eólico do Sabugal nos valores ecológicos presentes .....	10
2.2.1 Flora e habitat .....	10
2.2.2 Lobo.....	11
2.2.3 Aves .....	11
2.2.4 Quirópteros .....	12
2.3 Definição da área de estudo.....	13
3. Amostragem de campo.....	14
3.1 Flora e habitat .....	14
3.2 Lobo.....	16
3.3 Aves.....	18
3.3.1 Aves em geral .....	19
3.3.2 Rapinas e outras planadoras.....	20
3.4 Quirópteros .....	21
3.4.1 Pontos de escuta/Utilização do espaço. ....	21
3.4.1.1 Monitorização de abrigos .....	23
3.5 Avaliação da mortalidade .....	25
3.5.1 Prospecção de cadáveres .....	25
3.5.2 Detetabilidade .....	26
3.5.3 Taxa de remoção/decomposição .....	27

4. Análise de dados .....	29
4.1 Flora e Habitat .....	30
4.1.1 Caracterização das parcelas/comunidades .....	30
4.1.2 Evolução das Populações das espécies alvo .....	30
4.2 Lobo.....	30
4.3 Aves.....	31
4.3.1 Aves em geral .....	31
4.3.2 Rapinas e outras planadoras.....	32
4.4 Quirópteros .....	32
4.4.1 Pontos de escuta/Utilização do espaço .....	32
4.4.2 Monitorização de Abrigos .....	33
4.5 Avaliação da mortalidade .....	33
4.5.1 Detetabilidade .....	33
4.5.2 Taxa de remoção/decomposição.....	33
4.5.3 Cálculo da mortalidade real .....	33
5. Resultados .....	36
5.1 Flora e Habitat .....	36
5.1.1 Caracterização das comunidades .....	36
5.1.2 Evolução da abundância das espécies alvo .....	38
5.2 Lobo.....	40
5.3 Aves.....	41
5.3.1 Aves em geral .....	41
5.3.2 Rapinas e outras planadoras.....	45
5.3.2.1 Caracterização das comunidades.....	45
5.3.2.2 Análise das alturas de voo .....	48
5.4 Quirópteros .....	50
5.4.1 Utilização do espaço .....	50
5.4.2 Abrigos .....	54
5.5 Mortalidade de aves e quirópteros.....	55
6. Discussão e Conclusão .....	56
6.1 Discussão dos resultados obtidos .....	56
6.1.1 Flora e Habitat .....	56
6.1.2 Lobo.....	56
6.1.3 Aves .....	57
6.1.3.1 Aves em geral.....	57
6.1.3.2 Rapinas e outras planadoras .....	57
6.1.4 Quirópteros .....	58
7. Perspetivas futuras /Considerações finais .....	59
8. Análise crítica ao trabalho realizado no ano de estágio .....	61

9. Bibliografia .....	62
10. Anexos.....	69
10.1 Anexo I- Elenco.....	69
10.2 Anexo II – Espécies de quirópteros na área de estudo .....	73
10.3 Anexo III- Resultados detalhados da estimativa da mortalidade.....	75
10.4 Anexo IV- Pontos dos testes de remoção realizados em 2017 no parque de Penamacor .....	83

## Lista de figuras e tabelas

Figura 1.1- Componentes de um aerogerador. Imagem do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, 2009 (imagem disponível em <a href="http://www.stormlake.org/531/Wind-Energy">http://www.stormlake.org/531/Wind-Energy</a> ) .....	3
Figura 1.2 - Enquadramento geográfico do parque eólico do sabugal em Portugal e sua localização relativamente a áreas classificadas. ....	7
Figura 2.1 Habitats com interesse de conservação presentes na área de estudo.....	10
Figura 2.2 Localização dos aerogeradores do Parque Eólico do Sabugal. ....	14
Figura 3.1 Localização das parcelas de amostragem da flora alvo. ....	16
Figura 3.2 Localização dos transetos de amostragem de indícios de lobo e das câmaras da armadilhagem fotográfica da monitorização do lobo.....	18
Figura 3.3 Localização dos pontos de escuta das aves em geral .....	20
Figura 3.4 Localização dos pontos de observação de rapinas na área de parque e área controlo, para a realização de censos de modo a caracterizar a comunidade de rapinas e outras planadoras e avaliar o seu uso do espaço. ....	21
Figura 3.5 Localização dos pontos de escuta para gravação das vocalizações de quirópteros.....	23
Figura 3.6 Localização dos abrigos de quirópteros a monitorizar numa área de raio de 10km do parque eólico do Sabugal .....	25
Figura 3.7 Localização das áreas dos testes de detetabilidade .....	27
Figura 3.8 Localização dos cadáveres relativos aos testes de remoção.....	28
Figura 5.1 Percentagem da estratificação do solo nos locais de Controlo (CO) e Parque (PE), nos pré construção e exploração. ....	36
Figura 5.2 Riqueza específica média nos locais de Controlo (CO) e Parque (PE), nos pré construção e exploração. ....	36
Figura 5.3 Resultados da ordenação (NMDS) da a percentagem das coberturas existentes na área de estudo nos anos de Pré-Construção (A), Construção (B) e Exploração (C) do Parque Eólico do sabugal. ....	37
Figura 5.4 Abundância média da espécie alvo <i>Viola langeana</i> nos anos de pré-construção e de exploração nas áreas de parque eólico e controlo.....	38
Figura 5.5 Gráfico de abundância média da espécie alvo <i>Centaurea micrantha</i> nos anos de Pré-construção e de exploração nos diferentes locais, Parque Eólico e Área controlo.....	39
Figura 5.6 Abundância média da espécie alvo <i>Thymelaea procumbens</i> nos anos de Pré-construção e de exploração nos diferentes locais, Parque Eólico e Área Controlo.....	40
Figura 5.7 Riqueza específica das espécies de passeriformes obtido usando a média do número de espécies em cada local (Controlo e Parque Eólico), ano (Pré construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R).....	41
Figura 5.8 Abundância média de passeriformes (e desvio padrão) obtido usando a média do número de indivíduos em cada em cada local (Controlo e Parque Eólico), ano (Pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R) .....	42
Figura 5.9 Índice de diversidade Shannon Wiener em cada local (Controlo e Parque Eólico), ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R) .....	42
Figura 5.10 Resultados da ordenação (NMDS) da abundância de passeriformes nos tipos de habitat existentes na área de estudo nos anos de Pré-Construção (A), Construção (B) e Exploração (C) do Parque Eólico do sabugal. ....	44
Figura 5.11 Riqueza específica de rapinas e outras planadoras em cada local (Controlo e Parque) ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno, Migração Outonal, Reprodução) .....	46
Figura 5.12 Variação da abundância média das rapinas e outras planadoras em cada área (Controlo e Parque) ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno, Migração Outonal, Reprodução) .....	46
Figura 5.13 Resultados da análise de ordenação (NMDS) da abundância de rapinas e outras planadoras nos três anos, Pré-Construção, Construção e Exploração do Parque eólico do Sabugal.....	47

Figura 5.14 Número médio de indivíduos (e respetivo desvio padrão) entre classes de altura de voo, em metros, das aves de rapina e outras planadoras, na área de parque eólico e controlo por época no ano de pré construção (A), construção (B) e exploração (C).....	49
Figura 5.15 Número médio de indivíduos por classe de voo nos anos de pré construção, construção e exploração do Parque Eólico do Sabugal. ....	50
Figura 5.16 Número de passagens nos diferentes locais nos três anos de monitorização .....	51
Figura 5.17 Número médio de passagens durante os três anos (pré construção, construção e exploração) por habitat (Carvalho, Matos e Pinhal) e por área (Controlo e Parque). ....	51
Figura 5.18 Número mínimo de espécies durante os três anos, por habitat (Carvalho, Matos e Pinhal) e por área (Controlo e Parque). ....	52
Figura 10.1 Mapa da localização dos pontos dos testes de remoção realizados no parque de Penamacor em 2017. Mapa elaborado pela BIOTA, dados não publicados. ....	83

Tabela 3.1 Categorias de abundância/cobertura da escala de Braun-Blanquet. ....	15
Tabela 3.2 Caracterização dos abrigos de quirópteros que foram visitados.....	24
Tabela 5.1 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de <i>Viola langeana</i> e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controlo, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância (n.s.- não significativo).....	38
Tabela 5.2 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de <i>Centaurea micrantha</i> e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controlo, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância (n.s.- não significativo).....	39
Tabela 5.3 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de <i>Thymelaea procumbens</i> e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controlo, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância. ....	40
Tabela 5.4 Índice Quilométrico de Abundância (IQA) médio de lobo, corço e de javali nos transetos prospectados nos diferentes anos de amostragem (n=9). ....	40
Tabela 5.5 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da riqueza, abundância global e diversidade de avifauna indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação dos parâmetros analisados na área de parque relativamente à de controlo, no ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, na época de inverno face à de migração outonal e reprodução, nos matos e pinhais face ao de floresta de folhosas. p-nível de significância (n.s.- não significativo). ....	45
Tabela 5.6 Resultados da análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA) usando matrizes de distância, indicando a variação explicada por cada fonte de variação (área amostrada, ano, época e habitat) e o valor de significância associado, e a variância não explicada para análise global. ....	45
Tabela 5.7 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da riqueza e abundância global e altura de voo de rapinas e outras planadoras indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação dos parâmetros analisados (riqueza e abundância) da área de parque relativamente à de controlo, do primeiro ano de exploração e do ano de construção face ao pré-construção e da época de inverno à de reprodução e migração outonal. p-nível de significância (n.s.- não significativo). ....	47
Tabela 5.8 Resultados da análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA) dos dados de rapinas e outras planadoras usando matrizes de distância baseados na abundância das espécies, indicando a variação explicada por cada fonte de variação (área amostrada, ano, época e habitat) e o valor de significância associado, e a variância não explicada para análise global. p= nível de significância. ....	48
Tabela 5.9 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação do número mínimo de espécies indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os	

coeficientes indicam a variação do número mínimo de espécies da área de parque relativamente à de controlo, do ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, de cada um dos meses amostrados face a abril, dos habitats de matos e pinhal face ao de floresta de folhosas, da intensidade do vento, temperatura e distância à linha de água mais próxima. p-nível de significância (n.s.- não significativo).....	53
Tabela 5.10 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação do número de passagens indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação média do número de passagens da área de parque relativamente à de controlo, do ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, de cada um dos meses amostrados face a abril, dos habitats de matos e pinhal face ao de floresta de folhosas, da intensidade do vento, temperatura e distância à linha de água mais próxima. p-nível de significância (n.s.- não significativo).....	54
Tabela 5.11 Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da ocupação dos abrigos indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação da ocupação dos abrigos relativamente à distância à linha de água e ao aerogerador mais próximo. p-nível de significância (n.s.- não significativo). ....	54
Tabela 5.12 Estimativas mínimas e máximas da mortalidade de aves de grande porte (g.p) médio porte (m.p.), pequeno porte (p.p) e quirópteros, considerando os diferentes cenários de cálculo efetuados, usando dois modelos de Huso 2011e o modelo de Korner-Nievergelt et al. 2011 para obter número mínimo e máximo de indivíduos mortos. ....	55
Tabela 10.1 Espécies de aves de rapina e outras planadoras detetadas nos pontos de observação nos três anos e em ambas as áreas de amostragem (Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal) e IUCN Red List: LC – Pouco preocupante; DD – Informação insuficiente; NT – Quase ameaçado; NR – Não reconhecido; VU – Vulnerável; EN – Em perigo, CR – Criticamente em perigo (Cabral et al. 2006; IUCN 2015).....	69
Tabela 10.2 Espécies de aves registadas nos pontos de escuta nos três anos e em ambas as áreas de amostragem. (Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal) e IUCN Red List: LC – Pouco preocupante; DD – Informação insuficiente; NT – Quase ameaçado; NR – Não reconhecido; VU – Vulnerável; EN – Em perigo, CR – Criticamente em perigo (Cabral et al, 2006; IUCN, 2015). ....	69
Tabela 10.3 . . Espécies amostradas nos pontos de escuta por mês e por área de amostragem em 2013 (PE – Parque Eólico, C – Controlo), respetivos Estatutos de Conservação segundo o Livro Vermelho dos Vertebrados (LVVP) (Cabral et al., 2006) e identificação dos tipos de ocorrência (C – Confirmada, P– Possível). ....	73
Tabela 10.4 Estimativas de mortalidade de aves de grande porte (g.p.), médio porte (m.p.) e pequeno porte (p.p.) dimensão e quirópteros para os diferentes níveis de fuga de animais feridos e de eficácia de cobertura da área de prospeção, para cada um dos modelos de estimação utilizados (Huso, 2010 e Korner-Nievergelt et al ., 2011).(*- cenário que considera que todas as aves que colidem com o aerogerador caem na área de prospeção, eficácia de cobertura da área de prospeção é de 100% e não há fuga de animais) .....	75

## **Lista de abreviaturas e símbolos**

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DIA – Declaração de Impacto Ambiental

EEA – European Environment Agency (Agência Europeia do Ambiente)

GEE - Gases com efeito de estufa

GW – Gigawatts

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IEA – International Energy Agency

IQA – Índice Quilométrico de Abundância

MLGM – Modelos Generalizados Lineares Mistos

MW – megawatt

NMDS – Non Parametric Multidimensional Scaling

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OMS – Organização Mundial de Saúde

ppm – partes por milhão

RN200 – Rede Natura 2000

RNAP – Rede Nacional de Áreas Protegidas

RECAPE- Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução

SIC – Sítios de Interesse Comunitário

ZPE – Zona de Proteção Especial



# 1. Introdução

## 1.1 A Energia e o Ambiente

### 1.1.1 Combustíveis fósseis, Alterações Climáticas e poluição

A queima de combustíveis fósseis e a desflorestação são as principais razões do rápido avanço das atuais alterações climáticas (IPCC 2014a). Cerca de 97% dos cientistas de clima concordam que as atividades humanas são a principal razão causal do atual aquecimento global (Carlton et al 2015). A média anual da concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera terrestre aumentou de 280 partes por milhão (ppm), no início da revolução industrial, para 406 ppm em 2017 (Eggleton 2013; NOAA 2017).

Os gases com efeito de estufa (GEE) contribuem para o aquecimento da superfície terrestre. O vapor de água, CO<sub>2</sub>, Metano, Óxido Nitroso absorvem e reemitem a radiação solar criando um “manto protetor” que evita que parte dessa radiação térmica escape da atmosfera terrestre. (Madders & Whitfield 2006; IPCC 2014b; FAO 2017). A concentração destes gases sempre foi oscilante ao longo das escalas geológicas terrestres, respondendo o sistema terrestre a essas oscilações com eras glaciares e interglaciares em grandes escalas temporais (Madders & Whitfield 2006). No entanto, devido à crescente atividade humana, principalmente a desflorestação e queima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás natural, estas oscilações estão a ser aceleradas resultando num aumento da temperatura média da terra em 0.8 °C desde meados do século XIX (Cook *et al.* 2007; Battisti & Naylor 2009; Hansen *et al.* 2010; Matson 2010)

As alterações climáticas afetam as políticas nacionais e internacionais, os padrões comerciais, o uso de recursos, o planeamento territorial e o bem-estar dos cidadãos (Battisti & Naylor 2009). As altas temperaturas, os padrões alterados de precipitação e o aumento da frequência de eventos extremos (*e.g.* seca) interferem com a segurança alimentar, isto é, o acesso confiável a uma quantidade suficiente de alimentos baratos e nutritivos, bem como problemas territoriais associados, como por exemplo, aumento do nível das águas e aumento da área de deserto. (Shah & Tubiello 2005; Battisti & Naylor 2009). Para além do impacto no clima, o uso de combustíveis fósseis provoca cerca de 18 mil mortes diárias devido a complicações causadas pela poluição atmosférica, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) 6.5 milhões de mortes são atribuídas anualmente à poluição. ( Nelson *et al.* 2010; Karfakis *et al.* 2012).

### 1.1.2 Energia

O crescimento económico influencia o consumo de energia, uma vez que o desenvolvimento dos países e o melhoramento do padrão de vida acrescem as necessidades energéticas (IEA 2016). É impossível imaginar o funcionamento da sociedade moderna sem energia, pois o estilo de vida de grande parte da população atual exige um enorme aporte energético. O ser humano está fortemente dependente do fornecimento estável e ininterrupto de energia na sua rotina diária, desde o lazer ao trabalho, da mobilidade ao conforto e do bem-estar à segurança (Dresselhaus & Thomas 2001; Hall 2008). Os serviços energéticos garantem produtividade, saúde, educação, fornecimento de água potável, comunicação, entre outros, constituindo a falta de acesso a energia um grande obstáculo ao desenvolvimento social e económico (Ouedraogo 2013). Não se prevê que a demanda energética vá estagnar, mas pelo contrário, que aumente em associação com a tendência de crescimento económico, desenvolvimento político, social e tecnológico de diversos países. No entanto, é também essencial garantir que as próximas gerações terão acesso a recursos e a um planeta saudável e habitável. (Ozturk *et al.* 2010).

Neste contexto, torna-se evidente a necessidade de mudança do panorama energético, pois aproximadamente 70% da energia mundial é obtida da queima de combustíveis fósseis altamente poluentes. (IEA 2016).

Entre o aumento da demanda energética, a necessidade de reduzir as emissões de GEE, os problemas ambientais, e a depleção dos recursos fósseis finitos é necessário apostar em energias alternativas.

### 1.1.3 Energias renováveis

Com a crescente demanda energética e todos os problemas associados à utilização combustíveis fósseis, as energias renováveis surgem como a alternativa energética mais difundida e utilizada.

As energias renováveis são consideradas um tipo de energia sustentável pois a sua produção e consumo produz um impacto mínimo na saúde humana e funcionamento dos ecossistemas e ambiente (Omer 2008). São exemplos de energias renováveis a radiação solar, a força dos ventos, dos rios, das ondas e das marés (Omer 2008; Pryor&Barthelmie 2010).

Os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), com elevado consumo energético, têm estado cada vez mais interessados em apostar em energias renováveis porque se baseiam no aproveitamento de recursos inesgotáveis com mínimo de impacto ambiental (Pryor&Barthelmie 2010; Sha&Salim 2014; IEA 2016).

Atualmente as energias renováveis ocupam 24% do *mix* de energia primária mundial e estima-se que até 2040 contribuam para cerca de 34% da produção de eletricidade, sendo que a energia eólica constituirá um terço deste valor (IEA 2016).

### 1.1.4 Energia eólica

A energia eólica, ou seja, o processo de transformar o vento em eletricidade, é um tipo de energia inesgotável e pode ser obtida tanto em terra como no oceano ( Saidur *et al.* 2011; Leung&Yang 2012). A energia cinética do vento faz mover aerogeradores e esta energia mecânica é convertida em energia elétrica através de um gerador (Figura 1.1).

Um aerogerador é constituído pelas **pás** que captam a energia do vento transferindo-a para o **rotor**, ao qual estão acopladas. O rotor capta a energia cinética dos ventos e transforma-a em energia mecânica de rotação. A **caixa multiplicadora** transmite a energia mecânica do eixo do rotor até ao **gerador** que produz eletricidade. Sistemas de controlo eletrónico gerem o arranque do rotor e a orientação das pás de acordo com a orientação do vento (sensor de direção e anemómetro), encontrando-se todos estes componentes no interior do que se chama **nacelle** (cabine). A **torre** sustenta a **nacelle**, o rotor e as pás e permite o posicionamento ideal destes. A potência gerada depende do diâmetro das pás, sendo que a maioria dos aerogeradores típicos funcionam entre 11km/h (3 m/s) e 90km/h (25 m/s) de intensidade de vento (Ragheb 2014).

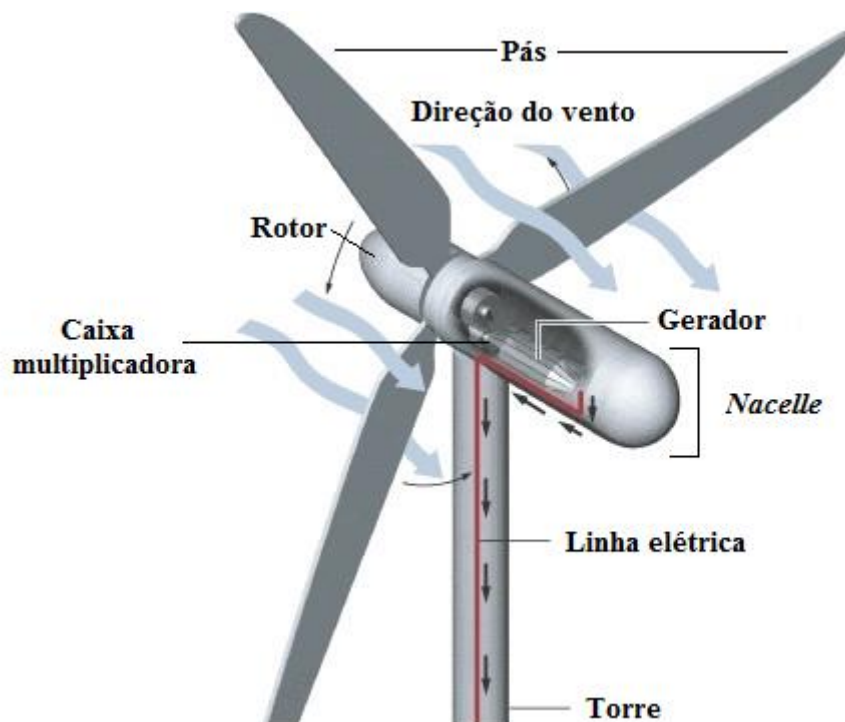


Figura 1.1- Componentes de um aerogerador. Imagem do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, 2009 (imagem disponível em <http://www.stormlake.org/531/Wind-Energy>).

A produção de energia através do vento não envolve emissões de CO<sup>2</sup> ou outros poluentes, como óxidos de nitrogénio e óxidos de enxofre (Omer 2008). As únicas emissões que se podem associar à produção desta energia são as envolvidas na construção, tanto das turbinas como dos parques eólicos (Jaber 2013). Um aerogerador típico com capacidade de 2 megawatts (MW) evita a emissão de, em média, 1,880 toneladas de CO<sup>2</sup> por ano, sendo que, um sistema de 5 gigawatts (GW) pode poupar cerca de 4,7 milhões de toneladas de emissões CO<sup>2</sup> num ano comparativamente a uma central elétrica tradicional que funciona através da queima de combustíveis fósseis (Saidur *et al.* 2011; Thomson & Harrison 2015; PFR 2017). Para além destas vantagens a produção de energia eólica utiliza uma menor área comparativamente a outras formas de obtenção energética (e.g. hídrica e solar), pois a área realmente ocupada resume-se aos aerogeradores e acessos, permanecendo o terreno envolvente intocado ou podendo ser utilizado para outros fins económicos como agricultura, produção florestal e pastoreio (Pedro & Couto 2007).

#### 1.1.4.1 Energia eólica no mundo

A energia eólica é a forma de energia renovável que mais tem crescido mundialmente, em parte devido a melhorias tecnológicas e incentivos financeiros, que a tornam mais competitiva economicamente (Arnett *et al.* 2016; Fernandes *et al.* 2016).

Em 2015 o aumento na produção de energia eólica constituiu metade do aumento de eletricidade global, devido à reestruturação industrial e melhor eficiência energética, mas também e, mais importante, devido a um crescimento substancial desta energia na percentagem das renováveis (IEA 2016). Neste ano, as instalações de aerogeradores ultrapassaram os 63 GW de potência, o que significa um aumento de 22% face a 2014, e a energia eólica forneceu mais energia do que qualquer outra tecnologia, de acordo com a International Energy Agency (IEA, 2016). A capacidade de produção de energia eólica na Ásia já perfaz 53% da energia eólica produzida mundialmente, sendo a China a liderar com 33.2% e na Europa já

atinge os 23,2% com Portugal a perfazer, em conjunto com outros países europeus como Finlândia, Irlanda, Noruega e Espanha, 0.5% do mercado mundial (GWEC 2016).

#### **1.1.4.2 Energia eólica em Portugal**

Portugal não é um país rico em recursos fósseis. A produção de energia primária depende fortemente de importações e dos preços do mercado, sendo que as energias renováveis são um modo de combater esta dependência energética (Fernandes *et al.* 2015).

Desde 2013 que perto de metade (41%) da produção de eletricidade em Portugal é assegurada por energias renováveis. As renováveis contribuíram, em 2014, com 63% da produção final, sendo a contribuição do setor eólico de 24% (INEGI. & APREN. 2014; GWEC 2016).

Este aumento nas energias renováveis trouxe menor dependência da importação de combustíveis fósseis e uma diminuição das emissões de CO<sup>2</sup>, no sector elétrico (INEGI. & APREN. 2014).

Atualmente, no total dos parques eólicos existentes, Portugal tem cerca de 5 GW de potência instalada, colocando-o em 14º lugar no ranking dos países com maior capacidade instalada (R. F. Fernandes *et al.* 2016; GWEC 2016; IEA 2016a). O país apresenta condições muito boas para a exploração de energia eólica, devido à presença de cumeadas de média e grande altitude, especialmente na região Norte do país (Travassos *et al.* 2005a). Portugal começa também a dar os primeiros passos no aproveitamento energético eólico offshore, com a conclusão da fase de testes do projeto, em 2016, de Windfloat da EDP (EDPR, 2016).

#### **1.1.4.3 Impacto da energia eólica**

Embora os impactos da exploração da energia eólica sejam menores do que outras formas de obtenção energética os aspetos negativos não devem ser negligenciados, especialmente em zonas onde os locais potenciais de implementação de parques se aproximam e/ou sobrepõem com zonas protegidas (Travassos *et al.* 2005a), pois a energia eólica não encerra um impacto ambiental neutro, apresentando efeitos negativos na fauna e flora que podem trazer sérias preocupações ambientais. No entanto, em comparação a outras formas de obtenção de energia, a eólica é a que apresenta mais vantagens com menos riscos associados (Arnett *et al.* 2016).

Os impactos da implementação dos parques eólicos podem ser divididos em diretos e indiretos. Nos impactos diretos incluem-se a mortalidade de quirópteros (ordem Chiroptera, mais vulgarmente designados de morcegos) e aves, por colisão com as infraestruturas, e nos indiretos o afastamento da fauna da área, fragmentação do habitat e perturbação devido à construção dos aerogeradores e dos seus acessos, à necessidade de constante manutenção, e ao aumento do barulho e presença humana. (Saidur *et al.* 2011).

A localização da área de parque e de cada aerogerador, a altura, design e velocidade influenciam os impactos dos parques, bem como a abundância das espécies e o seu comportamento, e a existência de corredores migratórios, abrigos e áreas de nidificação (Arnett *et al.* 2007). Espécies com características como, baixa taxa de natalidade, longevidade elevada, baixa taxa de mortalidade natural, alto nível trófico e territórios restritos são mais suscetíveis a sofrer de impactos a longo termo nas populações (Arnett *et al.* 2007; NRC. 2007). Apesar de outros grupos poderem ser afetados, em geral, os maiores impactos da instalação de parques eólicos recaem sobre as aves e quirópteros. (Arnett *et al.* 2016)

A implementação de um parque eólico requer avaliação dos possíveis impactos nas comunidades biológicas, os quais devem, na concretização do projeto, ser minimizados, pois sem a correta avaliação da situação ecológica da área de implementação a construção de um parque eólico pode ter consequências graves tanto a nível local como global (*e.g* endemismos locais ou espécies em risco

(Saidur *et al.* 2011; Arnett *et al.* 2016; Fernandes *et al.* 2016;). É necessária especial atenção em áreas situadas na proximidade de reservas naturais ou outras zonas de grande valor ambiental como a Rede Natura 2000 (RN2000) (EWEA 2009; EWEA 2016).

Em Portugal, as zonas montanhosas com melhor potencial para a colocação de aerogeradores são usualmente locais remotos com elevada importância para a fauna selvagem.( Travassos *et al.* 2005<sup>a</sup>; Arnett *et al.* 2007; Fernandes *et al.* 2016). Muitas zonas de montanha estão inseridas na Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP) e RN2000, das quais se pode destacar a serra da Malcata, do Gerês, Caldeirão e Monchique (ICNF 2017a).

## 1.2 Âmbito da Avaliação de Impacto Ambiental

A implementação de parques eólicos em Portugal requer a passagem por várias etapas de documentação e pareceres de diversos órgãos. Uma das etapas mais importantes é a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) da qual resulta um instrumento essencial para a aprovação (ou não) do projeto, o Estudo de Impacte Ambiental (EIA). A AIA é, segundo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), um “Instrumento de carácter preventivo da política do ambiente, sustentado na realização de estudos e consultas, com efetiva participação pública e análise de possíveis alternativas, que têm por objeto a recolha de informação, identificação e previsão dos efeitos ambientais de determinados projetos, planos ou programas”. O EIA é um relatório técnico, no qual as consequências ambientais que poderão advir de um determinado projeto são avaliadas.

A implementação da AIA está presente em 193 países (apenas a Coreia do Norte e Sudão do Sul não apresentam AIA) e tendo ganhado notoriedade, nos Estados Unidos da América (EUA) em 1970, com a implementação pelo presidente Richard Nixon, do National Environmental Policy Act (NEPA), que tinha como objetivo assegurar que todas as ramificações do governo dariam a devida consideração ao ambiente antes de tomar qualquer decisão que o pudesse vir a afetar. Foi um impulsionar de uma tendência para a consideração das causas ambientais.

Em Portugal o conceito de AIA foi introduzido através da Lei de Bases do Ambiente (LBA), Lei n.º 11/87 de 7 de abril onde é definido como um instrumento de política e ordenamento do território de avaliação prévia do impacto provocado por atividades suscetíveis a afetarem o ambiente e a paisagem. A LBA refere que os EIA e a sua aprovação são condição essencial para o licenciamento final das obras e trabalhos pelos serviços competentes.

O regime jurídico de AIA dos projetos públicos e privados suscetíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente encontra-se consagrada, enquanto princípio, nos artigos 30º e 31º da Lei de Bases do Ambiente, o atual regime de AIA encontra-se instituído pelo Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2011/92/UE do Parlamento Europeu e do Conselho (CCDRC 2013).

O regime de AIA garante a participação pública e a consulta dos interessados na formação de decisões e tem como objetivos a identificação e avaliação de possíveis e prováveis impactos ambientais significativos decorrentes da execução dos projetos e a sua viabilidade ambiental, define medidas para evitar, minimizar, ou compensar esses impactos, determina/regula monitorizações e outros processos de verificação da eficácia dessas medidas, e contempla todas as fases do projeto, designadamente a pré construção, construção, exploração e desativação.

O processo de AIA de cada projeto abrange 6 fases principais:

1. Definição do âmbito de EIA;
2. Elaboração do EIA;
3. Apreciação técnica do EIA;

4. Participação pública;
5. Decisão – Elaboração e publicação da Declaração de Impacto Ambiental (DIA);
6. Pós avaliação – Elaboração e publicação do Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) e Monitorização do Projeto.

A Declaração de Impacto Ambiental (DIA) definida no Decreto-Lei n.º 69/2000 de 3 de maio é a decisão emitida no âmbito da AIA sobre a viabilidade da execução do projeto e é formulada pelo Ministério da área do Ambiente, após apresentação da proposta de DIA pela Autoridade de AIA. A decisão pode ser favorável, condicionalmente favorável ou desfavorável à execução do projeto.

A DIA deve especificar as condições em que o projeto pode ser licenciado ou autorizado e conter as medidas de minimização dos impactos ambientais negativos que o proponente deve adotar para cada fase de execução do projeto e deve apresentar o resultado da consulta pública, e a forma como as considerações resultantes desse processo foram tidas em conta na decisão.

O RECAPE é um documento que contém a descrição do projeto, a análise do cumprimento dos critérios estabelecidos, a caracterização dos impactos ambientais a identificação, caracterização das medidas de compensação e minimização e a apresentação da implementação dos programas de monitorização.

A monitorização é definida como “a recolha de dados ambientais e da atividade” e abrange todas as fases do projeto. Segundo o Decreto-Lei n.º 197/2005, de 8 de Novembro (artigo 2.º, alínea 1) a monitorização é o “processo de observação e recolha sistemática de dados sobre o estado do ambiente ou sobre os efeitos ambientais de determinado projeto e descrição periódica desses efeitos por meio de relatórios, da responsabilidade do proponente, com o objetivo de permitir a avaliação da eficácia das medidas previstas no procedimento de AIA para evitar, minimizar ou compensar impactos ambientais significativos decorrentes da execução do respetivo projeto” (APA 2017).

A monitorização permite detetar a ocorrência e magnitude dos impactos relacionados com o projeto, através da comparação dos dados obtidos nas fases de construção e exploração com os dados obtidos antes do início da intervenção (pré construção) ou situação de referência. Neste processo há que ter em atenção as dinâmicas ambientais do local para que os dados obtidos sejam temporal e espacialmente representativos (APA 2017; Yoccoz *et al.* 2001).

### **1.3 A empresa**

A Biota Estudos de Divulgação em ambiente, Lda (<http://biota.pt>) opera desde 2008 e presta serviços de consultoria no desenvolvimento de estudos ambientais de base, programas de monitorização, minimização e compensação ambiental e formação e, divulgação nas áreas da biodiversidade, serviços dos ecossistemas, qualidade ecológica da água, definição de caudais ecológicos, caracterização hidromorfológica de linhas de água e quantificação de gases com efeito de estufa. Atua em território nacional, mas também internacionalmente, em Angola, Moçambique e Argélia.

### **1.4 O projeto**

O presente relatório insere-se no ano 1º ano de exploração do projeto de “Monitorização do Sobreequipamento do Parque Eólico do Sabugal”. A BIOTA opera nos projetos de exploração do Parque Eólico do Sabugal desde 2009, tendo sido responsável pela secção de Ecologia dos relatórios de EIA do parque e do sobreequipamento.

O Parque Eólico do Sabugal localiza-se nas serras do Homem e de Pedra Alta e abrange as freguesias de Fóios, Vale de Espinho, Aldeia do Bispo, Aldeia Velha e Soito ( Figura 1.2). A área do parque eólico insere-se no Sítio de Interesse Comunitário da Malcata (PTCON0004), encontrando-se a 4km da Reserva Natural da Serra da Malcata (PTZPE0007). O projeto de monitorização do Parque Eólico do

Sabugal teve início em 2009, tendo na primeira fase sido instalados 14 aerogeradores dos 17 licenciados. e tem vindo a decorrer de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida pela a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) resultantes do processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) n.º 2581.

No âmbito desta monitorização foram considerados os 6 aerogeradores instalados recentemente (ano de construção 2015/2016), referentes ao sobreequipamento (3 aerogeradores conjugada com a instalação de 3 aerogeradores anteriormente licenciados) bem como as infraestruturas do Parque Eólico do Sabugal já instaladas como perfazendo um total de 20 aerogeradores de 2 MW de potência unitária e diâmetros do rotor (pás) entre de 90m (aerogeradores mais antigos) e 100m (mais recentes) (BIOTA 2013). Em concreto, foram realizados levantamentos das comunidades florísticas e faunísticas, nas fases de pré-construção (2013/2014), construção (2015/2016) e exploração (2016/2017), da área de incidência do Parque Eólico e sua envolvente, incluindo a caracterização dos habitats e das espécies alvo de flora, de aves e de quirópteros e uso do espaço pelo lobo ibérico *Canis lupus signatus*.

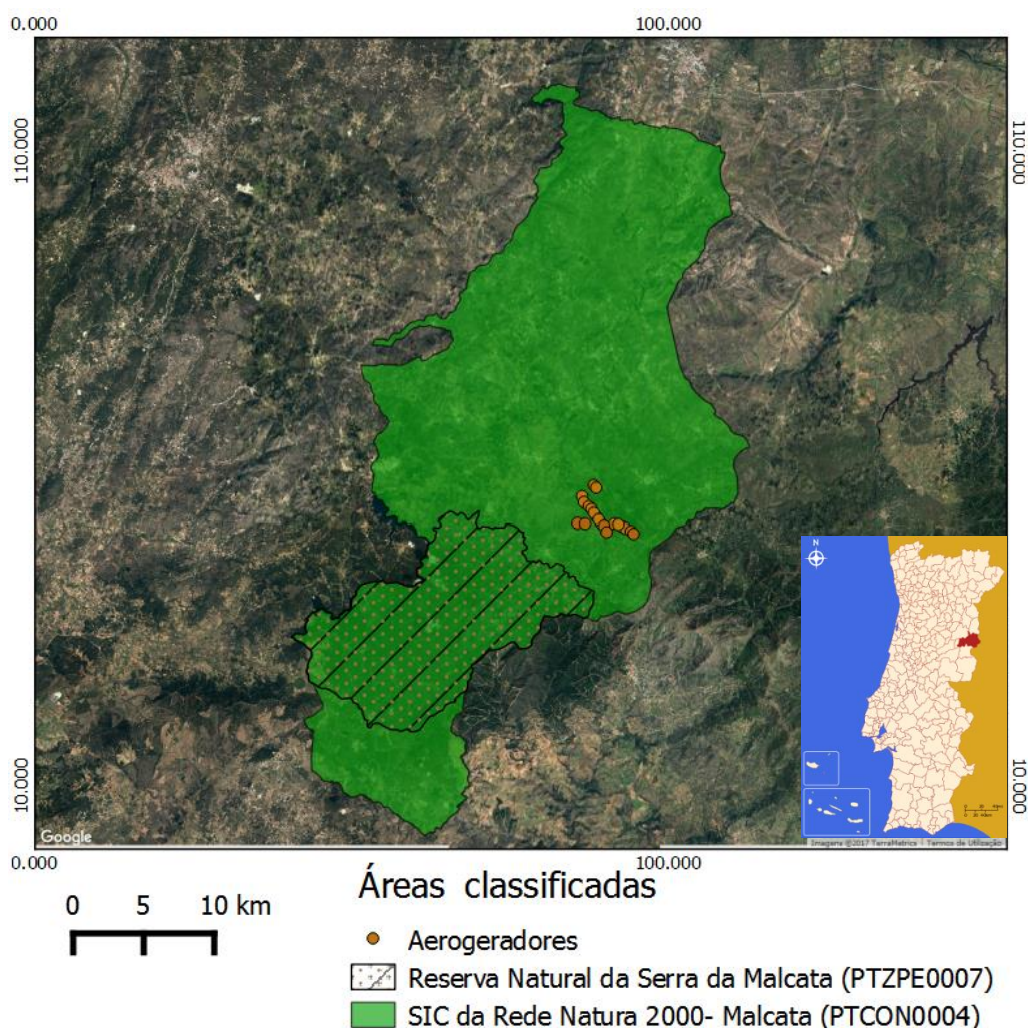


Figura 1.2 - Enquadramento geográfico do parque eólico do sabugal em Portugal e sua localização relativamente a áreas classificadas.

(Figura do enquadramento geográfico disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sabugal#/media/File:LocalSabugal.svg>)

## 1.5 Objetivos

O presente estágio desenvolvido no âmbito do trabalho final de mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental teve como objetivos i) avaliar as alterações ocorridas nas comunidades de flora, aves e quirópteros e população de lobo presentes na área do parque eólico do Sabugal e área envolvente (controlo) ao longo das fases de pré-construção, construção e exploração, ii) determinar a mortalidade de aves e quirópteros provocada pelo parque eólico. Para o efeito foram utilizados os dados de monitorização recolhidos pela BIOTA, desde 2013 a 2015 (fase de pré construção e construção) e os dados recolhidos no presente ano de estágio 2016/2017 (fase de exploração), tendo-se procedido à sua análise, no sentido de evidenciar a evolução temporal dos diversos parâmetros estudados.

Os objetivos da monitorização da fauna e flora na área de parque e sua envolvente estabelecidos no presente ano de estágio, foram os seguintes.

- Confirmar a ocorrência das espécies florísticas com interesse ecológico (*Viola langeana*, *Thymelaea procumbens* e *Centaurea herminii*) e avaliar a sua evolução espacial e temporal bem como, a recuperação do coberto vegetal através da caracterização das comunidades;
- Perceber a utilização da área de afetação do parque e sua envolvente pelo lobo e suas presas de modo a determinar a influência causada pela presença de parque;
- Perceber o uso do espaço pelos quirópteros de modo a aplicar medidas para evitar, reduzir ou compensar os efeitos do parque nestes animais;
- Avaliar as alterações provocadas pela implantação do parque eólico sobre as comunidades de avifauna de modo a determinar a influência causada pela presença de parque;
- Determinar a mortalidade de aves e quirópteros associada ao parque eólico.

### 1.5.1 Objetivos pedagógicos do estágio:

- Aprender de novas técnicas de amostragem de campo e tratamento de dados;
- Solidificar conhecimentos adquiridos no percurso académico;
- Aumentar os conhecimentos de AIA e Monitorização Ambiental;
- Integrar uma equipa profissional na área do Ambiente e Biodiversidade;
- Integrar e perceber o processo de funcionamento de uma empresa.

## 2. Área de estudo

### 2.1 Caracterização biogeográfica da Área de Estudo

O parque eólico do Sabugal insere-se, segundo a agência Europeia do Ambiente (EEA), na ecorregião “Floresta montanhosa do noroeste ibérico” incluída no bioma “Florestas mediterrâneas de floresta e arbusto”. Este bioma, suporta mais de 25.000 espécies de plantas, metade das quais são endemismos (Ecorregions 2017; EEA 2017; WWF 2017). Suporta uma vegetação valiosa no que se refere à biodiversidade sendo importante a sua conservação para a estabilidade hidrológica e proteção do solo. Geologicamente a região é caracterizada predominantemente por rochas Paleozoicas, contendo também rochas sedimentares Mesozoicas e Quaternárias e é caracterizada por elevações que raramente excedem os 2 mil metros. Climatericamente esta região tem características médio-mediterrâneo atlânticas com inverno frio e verão quente e seco. A temperatura anual média varia entre 7-15 °C, mas nos meses mais

frios a temperatura mínima varia entre 0-5 °C e a pluviosidade média varia entre 500-1,000 mm (WWF 2017).

Os ecossistemas florestais naturais são compostos primariamente por arbustos perenes, como urzais, e matos termomediterrânicos, havendo também floresta de azinheira (*Quercus ilex*) carvalho negral (*Quercus pyrenaica*) e castanheiro (*Castanea sativa*). As elevações mais altas são dominadas por florestas de carvalho (*Q. pyrenaica* e *Q. faginea*) e as encostas mais rochosas e secas são compostas por uma mistura de pinheiro (*Pinus pinaster* e *Pinus sylvestris*) e carvalho. As florestas desta ecorregião albergam muita flora indígena com alguns endemismos de onde se destacam as espécies *Centaurea micrantha* subsp. *Herminii*, *Viola langeana* e *Thymelaea procumbens*.

A região é, também, crucial para a proteção de algumas espécies em perigo, como por exemplo, o lince ibérico (*Lynx pardinus*) e o lobo ibérico (*Canis lupus signatus*). É esta ecorregião que suporta a maior população de lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) na península ibérica (WWF 2017).

A águia imperial (*Aquila heliaca*), a águia real (*Aquila chrysaetos*), a águia-cobreira (*Circus gallicus*), o abutre preto (*Aegypius monachus*), o grifo (*Gyps fulvus*) e abetarda (*Otis tarda*), o gato bravo (*Felis sylvestris*) a raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*), o texugo-europeu (*Meles meles*), a fuínha (*Martes foina*), a gineta (*Genetta genetta*) e herbívoros como o veado vermelho (*Cervus elaphus elaphus*) e corço (*Capreolus capreolus*) são as espécies mais proeminentes.

Globalmente, esta ecorregião está classificada como “Críticamente em perigo” pois as comunidades naturais são sensíveis à fragmentação, ao pastoreio e alterações nos regimes de incêndios. A desflorestação da maioria da área para conversão em zonas de pastoreio e agricultura, o fogo devido à introdução de espécies exóticas e presença de resinosas, a caça mal regulada e intensa que põe em risco grandes mamíferos como o lobo e a degradação das regiões causada pela construção humana (estradas, barragens entre outras) são os principais fatores que põem em risco esta ecorregião (WWF 2017).

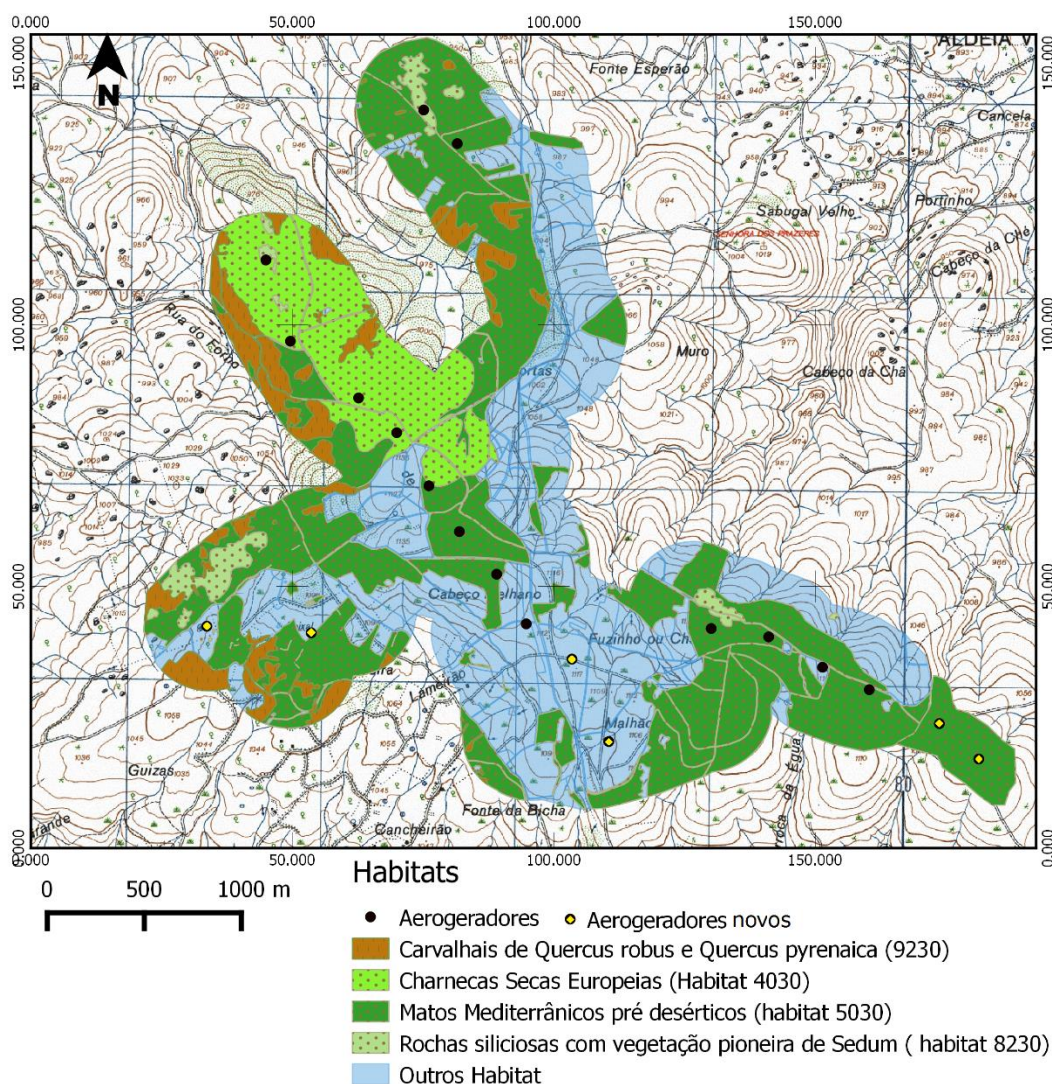


Figura 2.1 Habitats com interesse de conservação presentes na área de estudo e localização dos aerogeradores e novos aerogeradores.

## 2.2 Potenciais impactos do Parque Eólico do Sabugal nos valores ecológicos presentes

### 2.2.1 Flora e habitat

A construção e operação de parques eólicos influencia diretamente a estrutura dos ecossistemas (Arnett *et al.* 2007; NRC. 2007). A abertura de estradas e outros acessos para a construção e manutenção dos parques, a construção de linhas elétricas subterrâneas e aéreas, das áreas para os aerogeradores e a efetiva construção das torres são as atividades que mais causam impacto na flora e habitat, principalmente devido à remoção da vegetação nestes locais, perturbação, compactação e erosão do solo e possíveis mudanças das características hidrológicas (*e.g* infiltração da pluviosidade e recarga de aquíferos). Apesar da maioria destas atividades ser de curto prazo (construção) alteram o habitat e provocam impactos na sua qualidade (Arnett *et al.* 2007; NRC 2007).

As espécies de flora alvo de monitorização no Parque Eólico do Sabugal são endémicas da península ibérica e apresentam estatuto legal de proteção. *Viola langeana*, ocorre em clareiras de urzais húmidos, cervunais e prados de montanha, sobre substratos siliciosos, geralmente arenosos, *Thymelaea*

*procumbens*, ocorre em clareiras de matos (urzais, piornais, tojais) resultantes de degradação de carvalhais de *Quercus pyrenaica* em locais de montanha, sobre substratos ácidos (Flora-On 2017) e *Centaurea micrantha*, ocorre em incultos no noroeste e é um endemismo lusitano (ICNB 2017).

São de destacar a presença dos habitats (Figura 2.1) com proteção legal pelo Decreto-lei 140/99 de 24 de abril e incluídos no plano sectorial da RN200 do ICNF, “Charnecas secas europeias de urzais-tojais, urzais-estevais”, 4030pt3, “Matos termomediterrânicos pré-desérticos de piornais de *Retama sphaerocarpa*”, 5330pt2 e “Rochas siliciosas com vegetação pioneira de *Sedum Sediforme* e *Sedum album*” 8230pt3. (ICNF 2017b)

### 2.2.2 Lobo

O impacto dos parques eólicos na população lupina advém principalmente da abertura de estradas e caminhos a zonas que eram previamente isoladas e de difícil acesso, esta facilidade de acesso traz maior tráfego motorizado, maior número de visitas à área provocando o afastamento dos animais da área e aumento da probabilidade de confronto com o ser humano. O efeito barreira, fragmentação e destruição do habitat para conversão da terra em pastoreio ou outras afetam o comportamento e a distribuição espacial dos grandes mamíferos (lobo e suas presas). Se por um lado há o afastamento das presas devido à perturbação, o aumento de presas domésticas (ovelhas, cabras e vacas) devido ao aproveitamento da área para agricultura e pastoreio pode resultar num aumento do conflito entre humanos e lobo (Helldin *et al.* 2012; G. Silva 2011).

O lobo alimenta-se de ungulados selvagens como o veado vermelho (*Cervus elaphus*), corço (*Capreolus capreolus*) e javali (*Sus scrofa*). Mas em áreas com alta densidade humana, os lobos parecem depender largamente de gado, presas domésticas, devido à facilidade de acesso destas e ao afastamento das suas presas selvagens devido à pressão cinegética e à perturbação causada pela presença humana.

A criação de gado é das principais atividades económica das zonas montanhosas rurais de Portugal, tal associado com a diminuição de presas selvagens é a razão mais plausível para grande parte do conflito entre comunidade humana e lobo- (ICNF 2017b; Torres & Fonseca 2016).

Em Portugal o lobo está classificado como “Em Perigo” (EN) (Cabral *et al.* 2006).

### 2.2.3 Aves

Os impactos negativos dos parques eólicos nas populações de aves são a mortalidade devido a colisões com as pás dos aerogeradores mas também perturbação (que provoca afastamento da área) e efeito barreira, sendo a primeira o impacto mais preocupante (Travassos *et al.* 2005a, Drewitt & Langston 2006; Lucas *et al.* 2007; Smallwood 2007; Krijgsveld *et al.* 2009). Um estudo de revisão estimou uma mortalidade de, aproximadamente, 33.000 indivíduos por ano num universo de 15.000 aerogeradores nos EUA, ou seja, 2.19 aves/aerogerador/ano (Erickson *et al.* 2001). Apesar deste parecer um número elevado, a mortalidade por colisão com pás de aerogeradores é diminuta em comparação, por exemplo, a mortalidade causada por colisão com veículos edifícios e janelas, linhas de alta tensão e torres de comunicação (Tomé 2003).

A mortalidade estimada em parques eólicos em Portugal varia de 1.70 - 2.88 aves/aerogerador/ano (Tomé 2003)(Parque Eólico de Fonte dos Medeiros) a 0 aves/aerogerador/ano (Costa *et al.* 2003)(Parque

de Cabril e do Pinheiro). Estes resultados sugerem que a mortalidade depende da localização do parque, salientando a importância da adequada avaliação prévia dos locais de construção. Importa em particular, evitar a colocação de parques em zonas de importantes corredores migratórios, zonas de deslocação diária frequente, nidificação, alimentação e repouso e zonas de grande abundância avifaunística (Langston & Pullan 2003).

A idade, o comportamento, o tipo e velocidade de voo, a dependência de correntes térmicas da ave e a topografia do terreno são, também, aspetos que influenciam a probabilidade de colisão (Travassos *et al.* 2005a ; May *et al.* 2010). O impacto tende a ser superior para espécies de grande porte, com vida longa e com baixas densidades, taxa anual de produtividade baixa e maturidade sexual tardia e espécies ameaçadas (Travassos *et al.* 2005b; Silva *et al.* 2008). Em particular, as aves de rapina e outras planadoras de grandes dimensões são bastante vulneráveis a colisões pela sua tipologia de voo. Este voo é normalmente centrado na procura e aquisição de alimento, rápido e com variações de direção instantâneas que exigem uma grande concentração o que torna os indivíduos em geral, mas sobretudo os jovens, mais distraídos em relação ao meio envolvente, sendo estes últimos os que sofrem proporcionalmente maior número de colisões por serem voadores menos experimentados e ágeis, e não familiarizados com o seu ambiente. (Travassos *et al.* 2005b; M. J. Silva *et al.* 2008; Amaral 2009; Gonçalves 2012;).

Muitas aves utilizam áreas protegidas e remotas para nidificação e habitat, por serem áreas mais intocadas e com menos influência humana. Como já foi referido, muitos dos locais onde parques são construídos são zonas montanhosas com estas características.

Quatro das espécies possíveis de ocorrer na área de estudo encontram-se com estatuto de ameaça: o abutre-preto (*Aegypius monachus*) classificado como “Criticamente em Perigo” (CR); o milhafre-real (*Milvus milvus*) cuja população residente está classificada como “Criticamente em Perigo” e como invernante está classificado como “Vulnerável”(VU); o tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) classificado como “Em perigo” (EN) e a ógea (*Falco subbuteo*) classificada como “Vulnerável” (Cabral *et al.* 2006; IUCN 2015).

#### **2.2.4 Quirópteros**

Os quirópteros são um dos grupos mais afetados pela presença de aerogeradores, sendo que, as causas de mortalidade de quirópteros em parques eólicos são o traumatismo devido a colisão com as torres ou as pás e especialmente o barotrauma. O barotrauma acontece quando os indivíduos se aproximam das pás em rotação e devido à queda abrupta de pressão, sofrem danos nos tecidos internos. Na grande maioria das vezes (90%) os cadáveres de quirópteros não mostram sinais de danos externos, mas os danos internos são consistentes com os danos causados pela descompressão. (Ahlen 2004; Baerwald *et al.* 2008; Cryan *et al.* 2014)

Vários estudos indicam que as colisões podem não ser totalmente acidentais, havendo uma grande probabilidade de os quirópteros serem atraídos para as turbinas (Arnett *et al.* 2016). Isto pode ocorrer diretamente, por as turbinas se parecerem com possíveis poleiros de descanso e/ou árvores, e pela atração devido aos sons ultrassons emitidos pelas turbinas ou indiretamente devido aos insetos de quais se alimentam serem atraídos para os aerogeradores devido aos espaços abertos resultantes da colocação do aerogerador e ao calor e luz emitida pela turbina (Kunz *et al.* 2007; Arnett *et al.* 2016).

Os quirópteros alimentam-se fundamentalmente de insetos e outros pequenos invertebrados (Boyles *et al.* 2011) pelo que os seus habitats preferenciais tendem a ser, zonas húmidas e ripícolas ou próximas

de linhas de água, zonas com vegetação desenvolvida e preservada e zonas florestais com elevada abundância e diversidade de presas (Heithaus 1982; Warren *et al.* 2000).

Os quirópteros emitem ultrassons para perceber a localização de objetos e de presas no espaço. A frequência dos ultrassons pode variar de 20 a 200 kilohertz (kHz) dependendo da espécie (espectro da audição humana - 0.2 e 20 kHz)(Simmons *et al.* 1979). Por se guiarem desta forma os quirópteros são muito eficazes a evitar obstáculos e raramente colidem com estruturas, mas a velocidade das pás normalmente varia entre os 11 e os 25 m/s o que as torna objetos difíceis de detetar por ecolocalização. Estes animais voam a uma velocidade de cerca de 13 m/s e detetam objetos a uma distância entre os 10 e os 250m sendo que as pás variam entre os 88 e 100m de diâmetro e as torres compreendem 120m de altura ( ICNF 2009; BIOTA 2013).

Os indivíduos da ordem *Chiroptera* têm uma grande longevidade e baixas taxas reprodutivas que se refletem num crescimento populacional lento (Ahlen 2004; Arnett *et al.* 2016; Cryan *et al.* 2014), pelo que a mortalidade causada por parques eólicos pode contribuir fortemente para o desaparecimento de determinadas espécies (Cryan *et al.* 2014; EUROBATS 2016), sendo que as populações deste animal já se encontram em risco, seja por doenças como o síndrome do nariz branco, perda de habitat, redução e destruição de abrigos e de floresta (Wickramasinghe *et al.* 2004).

Três das espécies possíveis de ocorrer na área de estudo encontram-se com estatuto de ameaça. O morcego-de-peluche e o morcego-rato-grande que estão classificados como “Vulneráveis”; e o morcego-rato-pequeno encontra-se “ criticamente em perigo” (Cabral *et al.*, 2006).

### **2.3 Definição da área de estudo**

A área de estudo do presente relatório de estágio compreende a área do Parque Eólico do Sabugal. Os 20 aerogeradores encontram-se colocados maioritariamente em linha, na cumeada da Serra do Homem de Pedra e nas imediações dos marcos geodésicos Pedra e Serra Alta nos anos de pré-construção (2013/2014), construção (2015/2016) e exploração (2016/2017). Os pontos de amostragem para cada grupo estarão representados no seu respetivo ponto descritivo de metodologia, sendo divididos em duas áreas, a área de influência de parque (área de implementação do parque eólico), designada por área de parque, e área envolvente, sem a influência do parque designada por área controlo. Os pontos foram escolhidos na área de parque, isto é, foram escolhidos os pontos de parque para cada grupo, no número necessário para cada um, de modo a que os habitats fossem todos representados (aves em geral e quirópteros e calculo da mortalidade) e posteriormente foram selecionados os pontos de controlo com condições semelhantes aos escolhidos e na mesma proporção dos da área de parque. Na Figura 2.2 pode-se observar a localização dos aerogeradores.

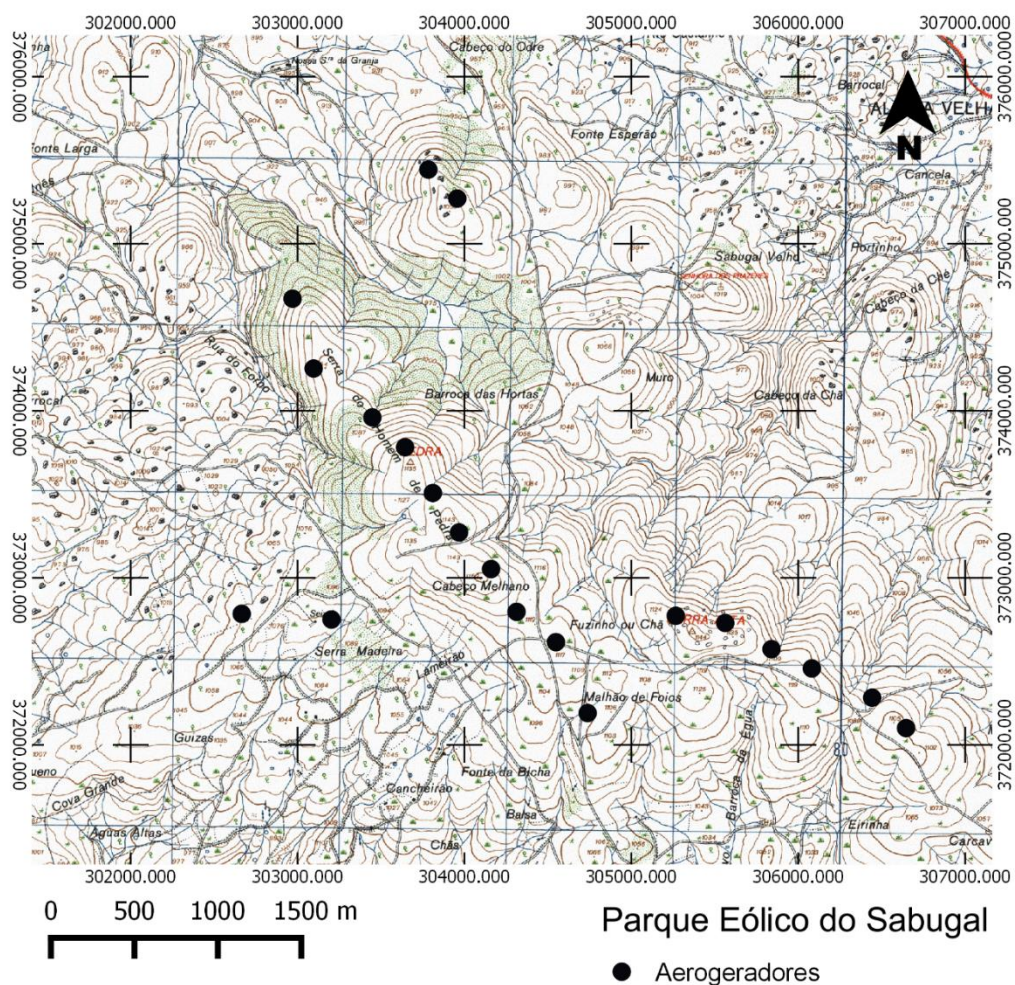


Figura 2.2 - Localização dos aerogeradores do Parque Eólico do Sabugal.

### 3. Amostragem de campo

Os levantamentos de dados da fauna e flora decorrem ao longo de três anos distintos, o de pré-construção (2013/2014), período que antecede a instalação de seis novos aerogeradores, o de construção (2015/2016) relativo ao sobreequipamento (3+3 novos aerogeradores) e o de exploração (2016/2017) relativo às infraestruturas do Parque Eólico do Sabugal já instaladas mais o sobreequipamento, de notar que o ano de pré construção é referente à instalação do sobreequipamento (2015/2016) e não à instalação do parque eólico do Sabugal (2009), ou seja, existe uma situação de perturbação anterior.

#### 3.1 Flora e habitat

Para compreender a evolução das populações *Viola langeana*, *Thymelaea procumbens* e *Centaurea micrantha* foram apenas selecionadas parcelas onde estas espécies estivessem presentes. As parcelas usadas para o levantamento dos dados foram previamente estabelecidas no ano de pré construção no Parque Eólico do Sabugal em monitorizações realizadas pela BIOTA em 2009 e 2010 e mantidas ao longo do tempo, para garantir o acompanhamento da evolução da vegetação e dos habitats e a sucessão ecológica das comunidades. A época de construção decorreu de setembro de 2015 a fevereiro de 2016

pelo que não contemplou a época de floração das espécies alvo, não tendo, por isso, decorrido amostragem destas espécies nesse ano.

As espécies-alvo de flora foram monitorizadas com base no método dos quadrados (Kent & Coker 2012) tendo estas uma dimensão de 2x2m (4m<sup>2</sup>). Ao detetar as espécies alvo procedia-se à sua confirmação, e se necessário, recolhia-se um espécime, para posterior identificação em laboratório.

Para cada parcela de flora foi registado a data da amostragem, ID da parcela, observador, tipo de vegetação, tipo de solo, percentagem total de cobertura da vegetação, percentagem de rochas e pedras, percentagem ocupada por cada estrato (arbóreo, arbustivo, herbáceo), percentagem de solo nu e percentagem de matéria morta.

Em cada uma das parcelas foram registadas todas as espécies presentes, a percentagem de cobertura de cada espécie, de acordo com as categorias descritas na Tabela 3.1 referentes ao Índice de *Braun-Blanquet* (Braun-Blanquet *et al.* 1933). Para as espécies-alvo, foi também contabilizado o efetivo populacional.

Tabela 3.1 - Categorias de abundância/cobertura da escala de Braun-Blanquet.

<b>Categoria</b>	<b>Grau de cobertura (%)</b>	<b>Descrição</b>
<b>r</b>	<0,1	Indivíduos raros ou isolados
<b>+</b>	0,1 - 1	Indivíduos pouco frequentes, de muito fraca cobertura
<b>1</b>	1 - 10	Indivíduos bastante abundantes, mas de fraca cobertura
<b>2</b>	10 - 25	Indivíduos muito abundantes ou cobrindo pelo menos <sup>1/20</sup> da superfície
<b>3</b>	25 - 50	Qualquer número de indivíduos cobrindo entre ¼ a ½ da superfície
<b>4</b>	50 - 75	Qualquer número de indivíduos cobrindo entre ½ a ¾ da superfície
<b>5</b>	75 - 100	Qualquer número de indivíduos cobrindo mais de ¾ da superfície

Dentro das 20 parcelas de flora (11 na área de parque e 9 na área de controlo) incluem-se 17 de *Viola langeana* (10 em área de parque eólico e 7 em área controlo), 9 de *Thymelaea procumbens* (5 em área de parque eólico e 4 em área controlo) e 11 de *Centaurea micrantha* (7 em área de parque eólico e 4 em área controlo) cuja localização pode ser vista na Figura - 3.1.

As visitas para amostragem das espécies da flora alvo coincidiram com a época de floração:

*Viola langeana* de abril a maio;

*Thymelaea procumbens* de maio a junho;

*Centaurea micrantha* de junho a agosto.



cada um dos lados do cruzamento, uma vez que estes tendem a ser locais preferenciais de marcação de território, e existe um incremento da probabilidade de deteção de indícios (ICNF 2017c).

Durante os percursos procuraram-se indícios (dejetos, pegadas, entre outros) de presença de lobo, e adicionalmente de presas e outros predadores. Em cada percurso, foram registados a data e horas de início e de fim da amostragem, o número de pessoas e veículos avistados, as condições atmosféricas (de nebulosidade, precipitação, vento e temperatura) humidade do solo e habitat envolvente. Para cada observação foi registado o número de indícios, tipo de indício, localização geográfica e habitat envolvente.

A prospeção de indícios foi realizada em 9 transetos, localizados em acessos previamente selecionados na fase anterior à construção do parque eólico em monitorizações decorridas em 2009 e 2010 seguindo as orientações do ICNF (ICNF 2017c). Os transetos distribuem-se pela área envolvente do parque e podem ser vistos na figura seguinte Figura 3.2. Não existe diferenciação entre área de controlo e parque, visto que o objetivo desta monitorização é avaliação da presença e utilização do espaço por parte do lobo e das suas presas preferenciais na área de influência do parque eólico.

Para a armadilhagem fotográfica foram colocadas 17 câmaras com sensor de movimento em locais estratégicos, nomeadamente em cruzamentos dos transetos (Figura 3.2). Em cada visita de levantamento de dados foi efetuada a recolha dos registos fotográficos das câmaras, sendo retirado o cartão de memória para posterior análise do conteúdo das fotografias, registado os parâmetros de data e hora da verificação e as atividades de manutenção efetuadas (e.g. troca ou colocação de pilhas e cartões de memória) e o habitat envolvente. Este método de amostragem mostra-se mais eficiente, pois apresenta maior capacidade de deteção de animais que a prospeção a pé e de carro dos transetos. Além da taxa de deteção de indivíduos, através da armadilhagem fotográfica ser superior, esta também permite uma melhor identificação dos indivíduos.

A recolha dos dados foi efetuada mensalmente, entre abril de 2016 e março de 2017.

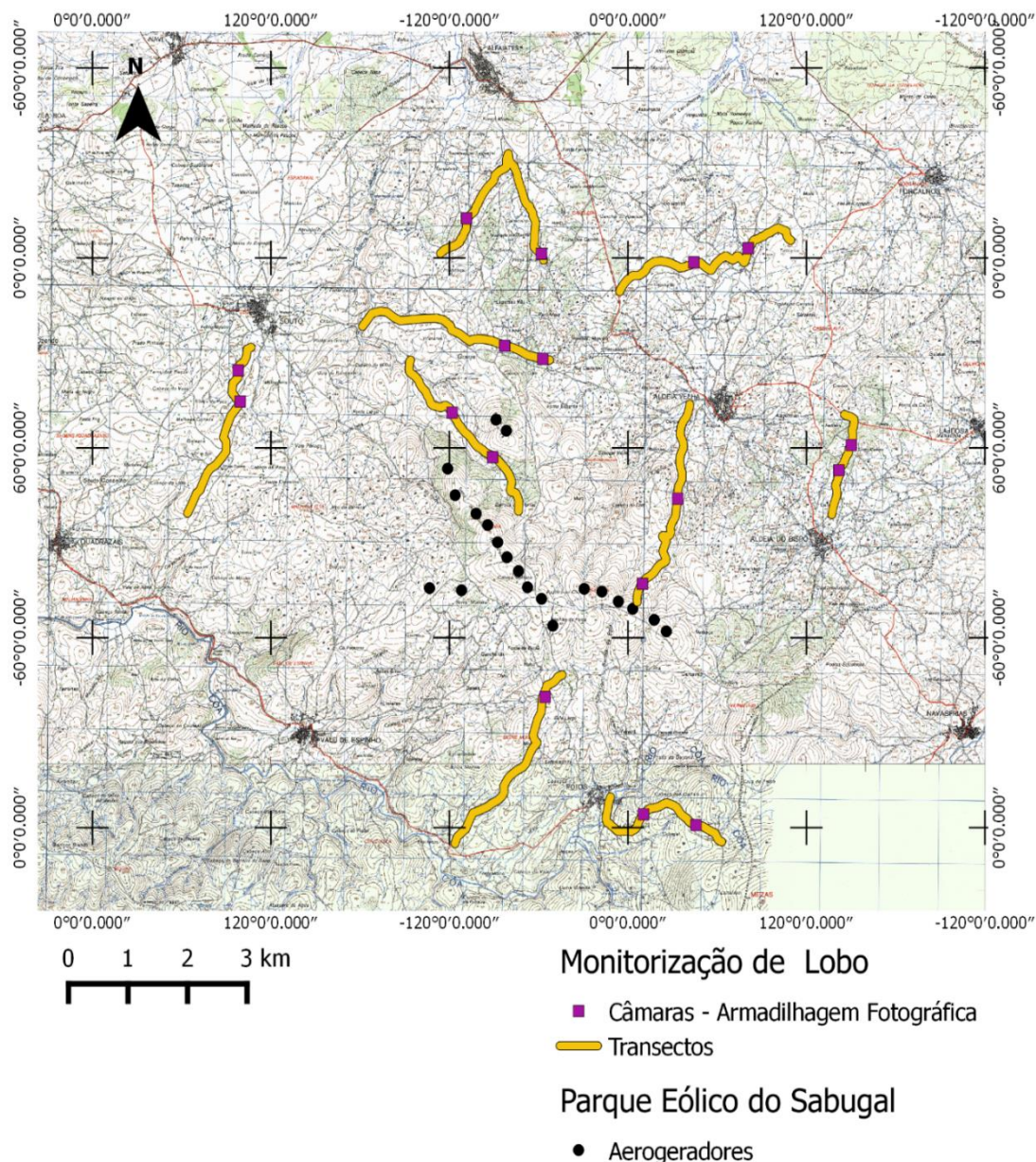


Figura 3.2 - Localização dos transectos de amostragem de indícios de lobo e das câmaras da armadilhagem fotográfica da monitorização do lobo.

### 3.3 Aves

A observação e deteção de presença de aves foram feitas 6 campanhas de amostragem, de maio de 2016 a janeiro de 2017, em três épocas fenológicas: migração outonal, inverno, reprodução/ pós-reprodução. Em cada época foram efetuadas duas amostragens. Os censos de aves foram realizados em 25 a 26 de maio e 27 a 29 de junho de 2016 (reprodução), 26 a 28 de setembro e 26 a 28 de outubro (migração outonal) e 14 e 15 de dezembro e 17 a 18 de janeiro (Inverno).

A recolha de dados envolveu duas abordagens metodológicas distintas direcionada para a avifauna geral e para aves de rapina e outras planadoras em particular, devido à sua especificidade ecológica.

Designadamente foram utilizados censos em pontos de escuta para determinar a constituição da comunidade de aves e censos de observação de rapinas para determinar a utilização da área de estudo por estas aves, cujo comportamento de voo propicia a colisão com os aerogeradores. Os pontos de

amostragem foram selecionados no início da monitorização da BIOTA no Parque Eólico do Sabugal, em 2009, ou seja, para as aves em geral foram escolhidos os pontos na área de influência direta do parque eólico que incluíssem todos os habitats representativos da área (pinhal, matos, prado e floresta de folhosas) e pontos semelhantes e no mesmo número a estes na área envolvente, sem influência direta do parque, para o controlo, garantindo assim a proporção de representatividade de todo o habitat da área em estudo. Para as rapinas e outras planadoras foram escolhidos pontos estratégicos (com muito boa visibilidade) na área de influência direta do parque eólico e na área controlo.

A época de construção decorreu de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 pelo que, neste ano, não se contemplou a época de reprodução.

### **3.3.1 Aves em geral**

Os censos de aves por escuta e observação para caracterização da comunidade tiveram a duração de cinco minutos e foi registada a espécie (sempre que possível) dos indivíduos escutados e observados, o respetivo número de indivíduos e a distância ao observador (<50 m, 50-100 m e >100 m).

A amostragem foi efetuada durante a manhã e ao fim de tarde, por serem os períodos de maior atividade para a maioria das espécies de aves ( Rabaça 1995; Biota 2013). Em cada amostragem foi registada a data e hora de início do censo, designação do ponto e as condições atmosféricas, em termos de velocidade e direção do vento e temperatura do ar.

A amostragem foi realizada em 46 pontos, 23 pontos no Parque Eólico e 23 na área de Controlo (Figura 3.3). De modo a assegurar a independência das observações entre os pontos e evitando, assim, a replicação dos resultados e conseqüente sobreestimativa de indivíduos, os pontos de escuta localizam-se a uma distância mínima de 300 metros uns dos outros.

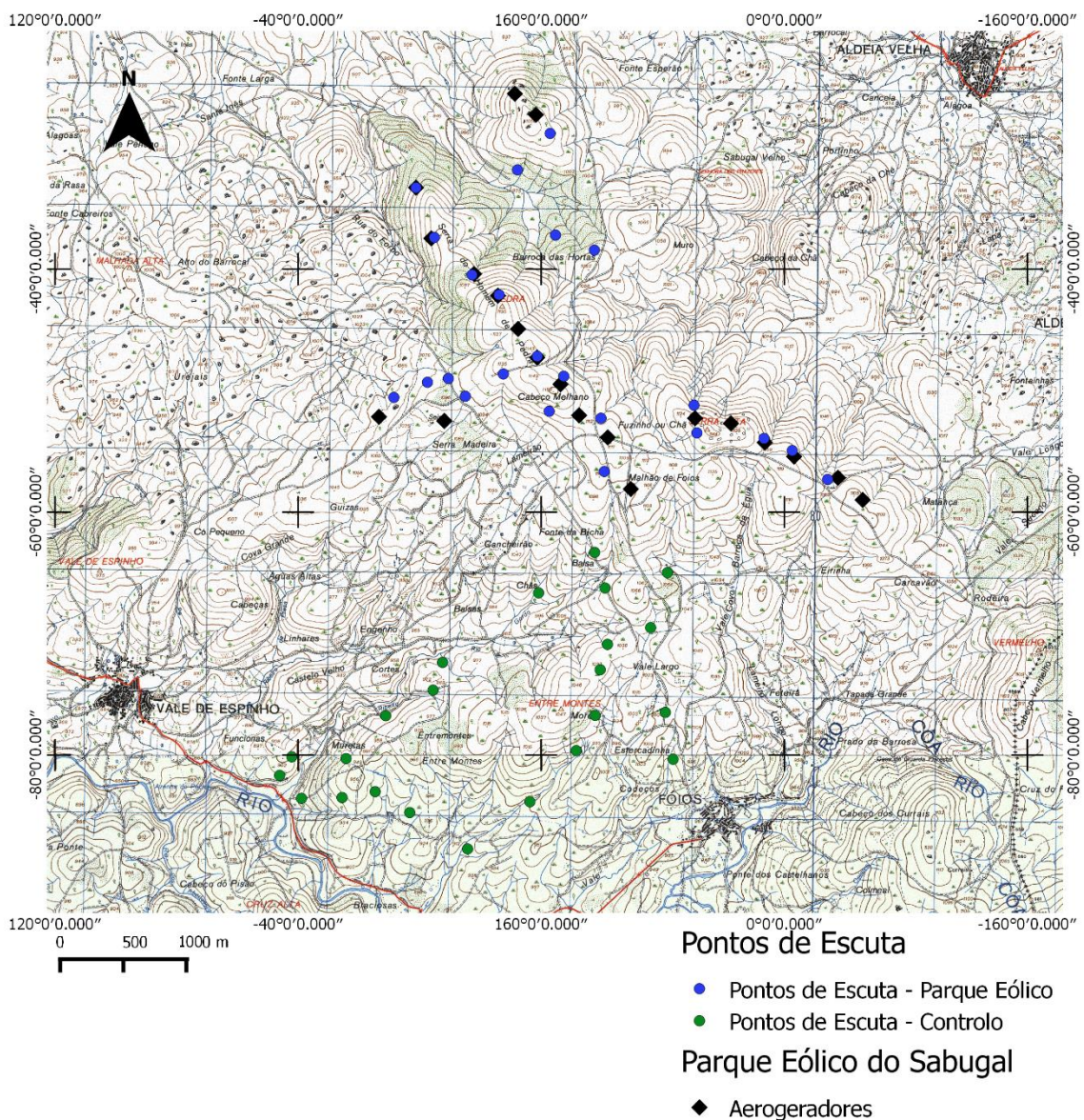


Figura 3.3 - Localização dos pontos de escuta das aves em geral

### 3.3.2 Rapinas e outras planadoras

Os censos para a caracterização da comunidade de rapinas e outras planadoras tiveram a duração de uma hora e foram realizadas com recurso a binóculos e/ou telescópio (Não foi assumido um limite de distância de observação).

Em cada ponto foi anotada a informação geral sobre o ponto de observação, a data e hora de início e fim da amostragem, direção e intensidade do vento, grau de nebulosidade, precipitação, grau de visibilidade e temperatura. Para além disso, em cada observação foi registado: a espécie (sempre que possível), o número de indivíduos, o tipo, direção e altura de voo (<30, 30-130 e >130m), desenho da trajetória do voo e o ID no mapa (número de identificação no mapa de campo onde se desenha a trajetória realizada durante a observação de cada indivíduo observado).

A amostragem foi realizada em seis pontos de observação. Três dentro da área de projeto e três na área de controlo como representado na Figura 3.4.

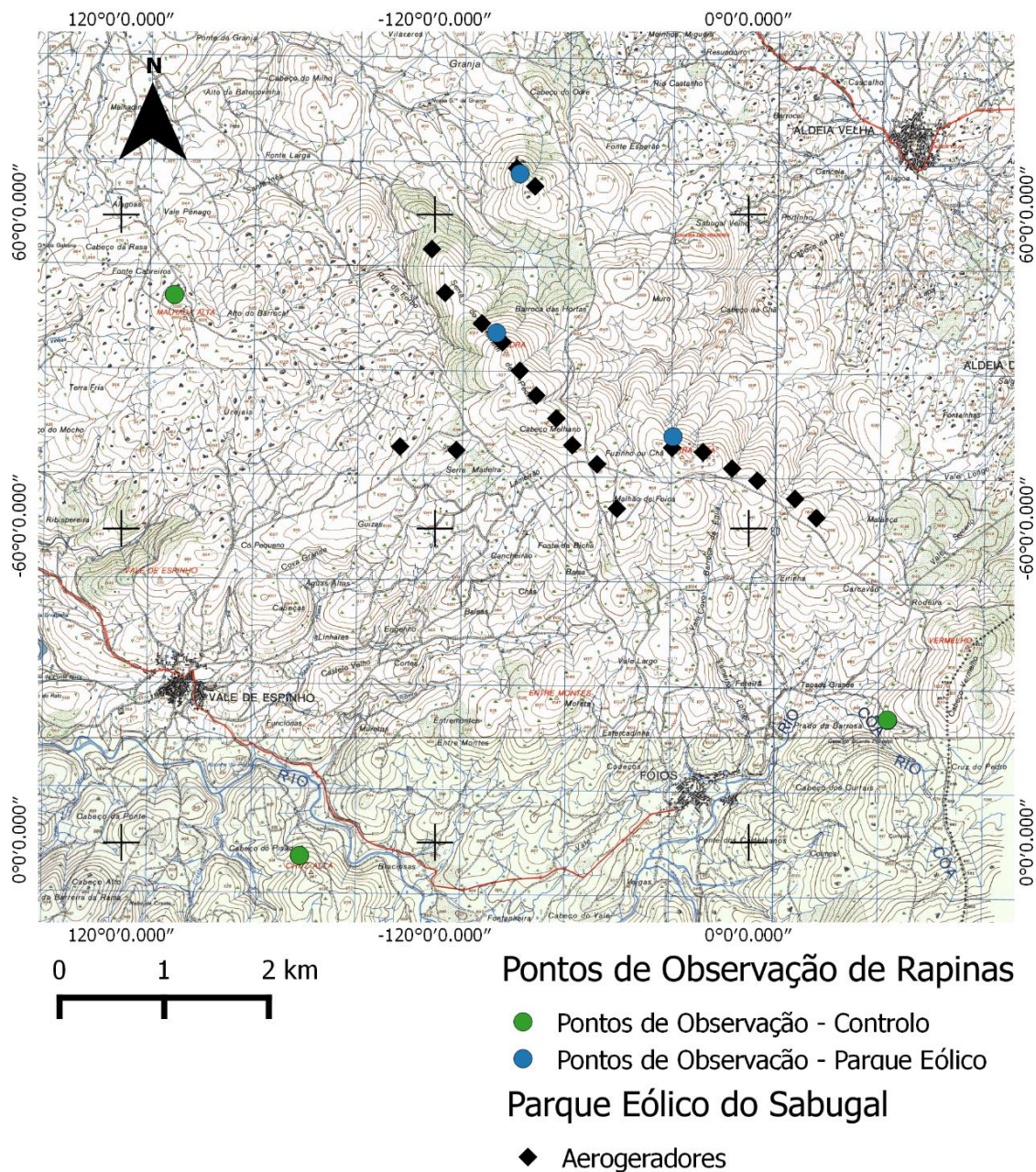


Figura 3.4 - Localização dos pontos de observação de rapinas na área de parque e área controlo, para a realização de censos de modo a caracterizar a comunidade de rapinas e outras planadoras e avaliar o seu uso do espaço.

### 3.4 Quirópteros

Para perceber a utilização do uso do espaço pelos quirópteros foram realizados pontos de escuta, registando o número de passagens e gravando as vocalizações para posterior identificação das espécies presentes e visitas a abrigos e locais de pernoita.

#### 3.4.1 Pontos de escuta/Utilização do espaço.

Para identificar a presença das espécies, avaliar e perceber a utilização do espaço pelos quirópteros foram realizados pontos de escuta com duração de 10 minutos cada com recurso a um detetor de ultrassons com gravador externo (Petterson Elektronik D240X) e com heteródino incorporado que

permite a detecção de quirópteros em tempo real. As vocalizações são detetadas pelo aparelho permitindo a amostragem dos indivíduos. A capacidade de detecção do detetor utilizado está na gama de frequências entre 10kHz e 120kHz.

Em cada ponto de escuta foram registados a data e hora da amostragem, habitat, temperatura do ar e velocidade do vento e fez-se o registo do número de passagens e gravação das detecções. Os pontos foram realizados durante 3 a 4 horas começando 30 minutos após o pôr do sol, pois é a melhor forma de assegurar que o tempo de amostragem coincide com o pico de alimentação dos quirópteros e que finde antes que a abundância de insetos comece a diminuir ( Swift *et al.* 1985; ICNF 2009)

O vento é um fator de influência pois obriga a um maior dispêndio de energia por parte dos indivíduos e o número de insetos disponível é menor. A temperatura é outro fator influenciador da atividade de insetos e, conseqüentemente, de quirópteros, maior temperatura significa maior disponibilidade de alimento.

Em caso de condições meteorológicas, temperatura baixa, como chuva, trovoadas e vento acima dos 5 metros por segundo (m/s) a amostragem não pode ser realizada (Edward B Arnett *et al.* 2016; ICNB 2010), pois o maior período de atividade destes animais é em condições de baixo vento (aproximadamente 4 m/s) devido ao *ratio* de dispêndio de energia e disponibilidade de presas ser baixo (menos presas e maior dispêndio de energia).

Os pontos foram previamente escolhidos pela BIOTA, seguindo as orientações do ICNF, e abrangem todos os habitats existentes na área de estudo proporcionalmente, de forma a possibilitar que a sua localização garante a recolha do máximo de informação sobre como as espécies de quirópteros utilizam a área do parque e sua envolvente de forma a perceber de que modo a existência do parque eólico influencia a sua atividade. De modo a assegurar a independência das observações entre os pontos para evitar a replicação dos resultados e conseqüente sobreestimativa, os pontos de escuta têm uma distância mínima de 200 metros entre si (ICNF 2009). A localização dos 12 pontos de escuta, 6 na área do Parque Eólico e 6 na área de Controlo pode ser vista na Figura 3.5

A recolha de dados foi feita mensalmente de outubro de 2016 a março de 2017.

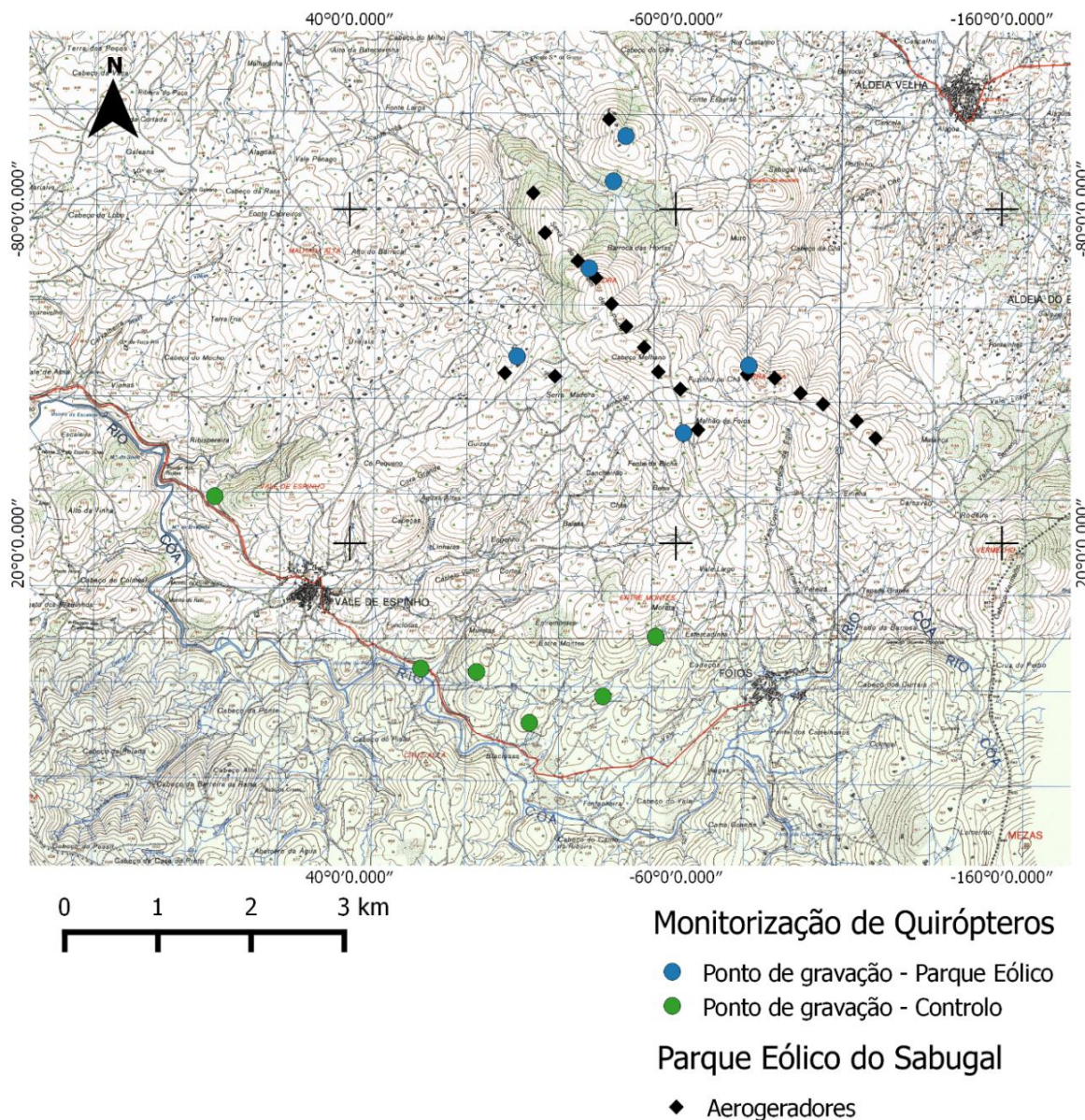


Figura 3.5 - Localização dos pontos de escuta para gravação das vocalizações de quirópteros.

### 3.4.1.1 Monitorização de abrigos

Foram realizadas visitas a abrigos, previamente seleccionados no início da monitorização da BIOTA no Parque Eólico do Sabugal em monitorizações decorridas em 2009 e 2010, num *buffer*, de 10 km de raio na área envolvente ao Parque Eólico (Tabela 3.2). Em cada local foi recolhida informação sobre o estado do abrigo e presença e número de indivíduos ou vestígios (guano, cadáveres). Se na presença de indivíduos, eram observadas as suas características e fotografados para posterior confirmação do género ou espécie. Os vestígios também foram fotografados.

A localização dos abrigos pode observar-se na Figura 3.6.

As visitas foram efetuadas em 3 épocas em 30 a 31 de Maio de 2016, correspondente ao período de maternidade de *Myotis myotis*, 30 junho de 2016, correspondente ao período de maternidades das outras espécies e 7 a 9 de janeiro, correspondente ao período de hibernação (ICNF 2009).

Tabela 3.2 - Caracterização dos abrigos de quirópteros que foram visitados.

<b>Abrigo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Habitat na Envoltente</b>	<b>Proximidade à água (m)</b>
<b>S01</b>	Capela	Agrícola	30
<b>S02</b>	Capela e parque de merendas	Agrícola e Carvalho	150
<b>S03</b>	Capela	Carvalho	80
<b>S04</b>	Parque de merendas	Agrícola e carvalho	40
<b>S05</b>	Casa florestal	Pinhal	220
<b>S06</b>	Moinho de água	Galeria ripícola	0
<b>S07</b>	Ponte	Galeria ripícola	0
<b>S08</b>	Ponte	Galeria ripícola	0
<b>S09</b>	Igreja e parque de merendas	Prado	110
<b>S10</b>	Igreja e parque de merendas	Carvalho e prado	250
<b>S11</b>	Moinho de água	Galeria ripícola	0
<b>S12</b>	Moinho de água	Galeria ripícola	0
<b>S13</b>	Casa	Agrícola	200
<b>S14</b>	Ponte e moinho de água	Galeria ripícola	0
<b>S15</b>	Moinho de água	Galeria ripícola	0
<b>S16</b>	Igreja	Humanizado	115
<b>S17</b>	Parque de merendas	Agrícola e carvalho	90

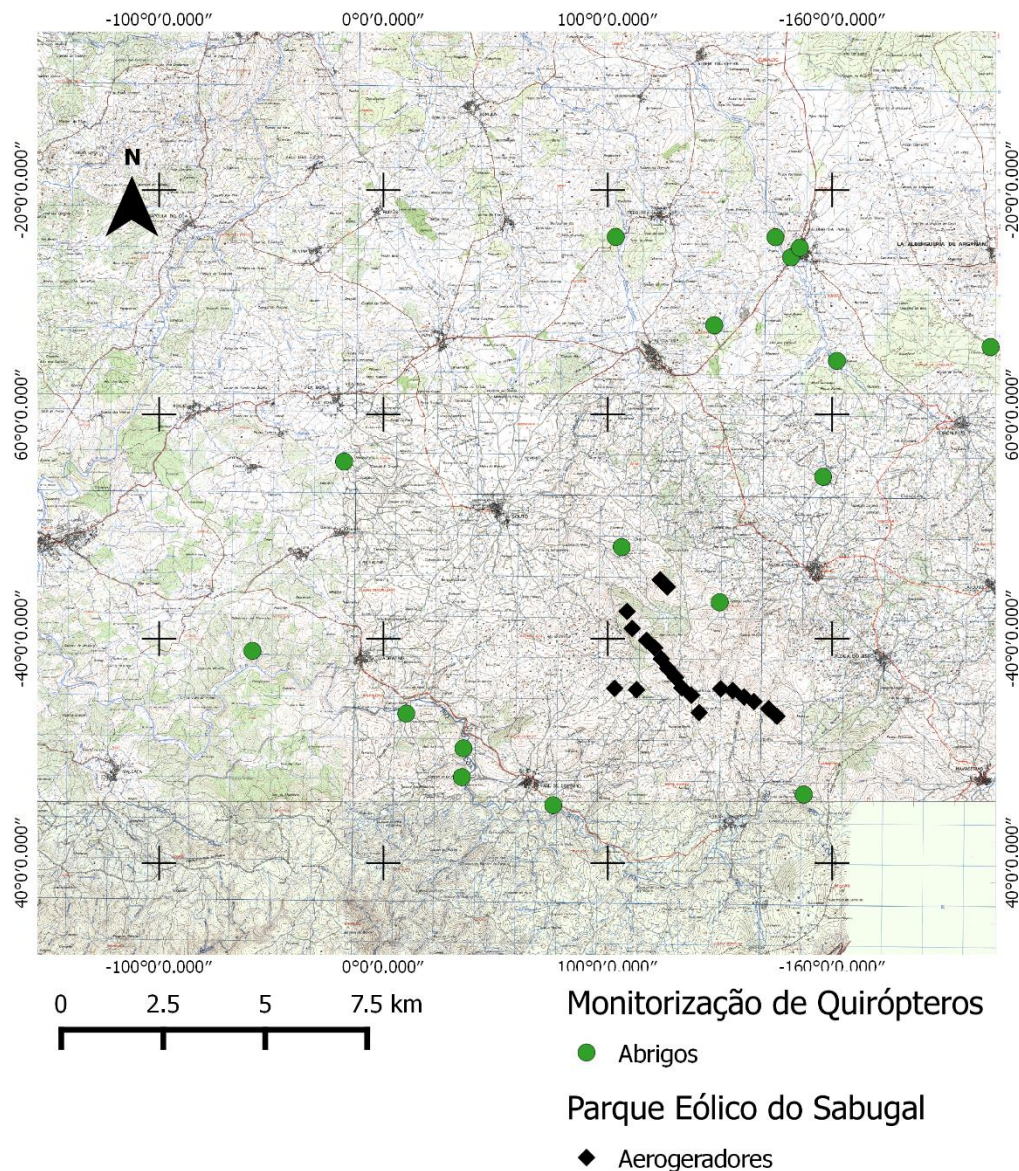


Figura 3.6 - Localização dos abrigos de quirópteros a monitorizar numa área de raio de 10km do parque eólico do Sabugal.

### 3.5 Avaliação da mortalidade

A avaliação do impacto do Parque Eólico na mortalidade, de aves e de quirópteros foi efetuada através de prospeções de cadáveres em redor de cada aerogerador. No entanto a prospeção de cadáveres, por si só, não fornece dados de mortalidade fidedignos pois não espelha a realidade, sendo necessária a aplicação de fatores de correção no cálculo da mortalidade (Korner-Nievergelt *et al.* 2011).

Neste trabalho, foram aplicados fatores de correção, que estimam a capacidade de deteção por parte do observador (taxa de detetabilidade) em diferentes habitats com condições de visibilidade distintas e a quantidade de cadáveres que é removida por necrófagos e/ou predadores (taxa de remoção).

#### 3.5.1 Prospeção de cadáveres

A prospeção de cadáveres consistiu em percorrer a área em redor dos aerogeradores num raio aproximado de 50 m durante 20 minutos. Caso a prospeção seja efetuada por mais do que um observador,

este tempo deve ser dividido pelo número de técnicos envolvidos

Para cada cadáver encontrado foi registada a espécie, o sexo, a localização GPS, a distância ao aerogerador, a presença ou ausência de traumatismos e indícios de predação, data aproximada da morte e condições atmosféricas/climatéricas. Os cadáveres foram também fotografados, recolhidos e acondicionados para posterior confirmação da identificação feita no campo.

As prospeções foram feitas em 3 campanhas, maio e junho, setembro e outubro, dezembro e janeiro, tendo sido efetuadas 8 amostragens por campanha com 3 dias de intervalo entre cada visita.

### **3.5.2 Detetabilidade**

Para avaliar a taxa de detetabilidade de cadáveres foram construídos e usados modelos representativos de todas as classes de tamanho dos animais passíveis de sofrer colisões fatais com os aerogeradores. Foram utilizadas 4 classes de modelos, 5, 12,5, 25 e 40 cm representando, respetivamente, quirópteros e, aves de pequeno, médio e grande porte. Cada modelo foi identificado com um número e letra correspondente à sua classe de tamanho (i.e. Q -morcego, P-pequeno, M-médio e G- grande).

Os 4 tipos de modelo foram distribuídos por 16 pontos representando todos os habitats (i.e. matos, pinhal, área intervencionada e souto), numa área circular de raio 25 metros. Em cada ponto foram distribuídos de modo aleatório 3 modelos de cada uma das 4 classe de acordo com 3 níveis de visibilidade (descobertos, intermédio e cobertos).

Quatro observadores percorram, independentemente, a área delineada, durante 10 minutos, procurando os modelos. A cada encontro, registou-se o código do modelo e o tempo (em segundos) decorrido até o modelo ser encontrado. As áreas de teste foram delimitadas por um círculo de raio de 25 metros nos habitats em estudo, o centro escolhido é arbitrário.

Na Figura 3.7 é possível ver a localização das áreas de teste.

Foram feitas duas épocas de teste, uma no Inverno e outra no Verão devido à existência de variações sazonais de estado da vegetação e solo e condições de visibilidade (ICNF 2009).

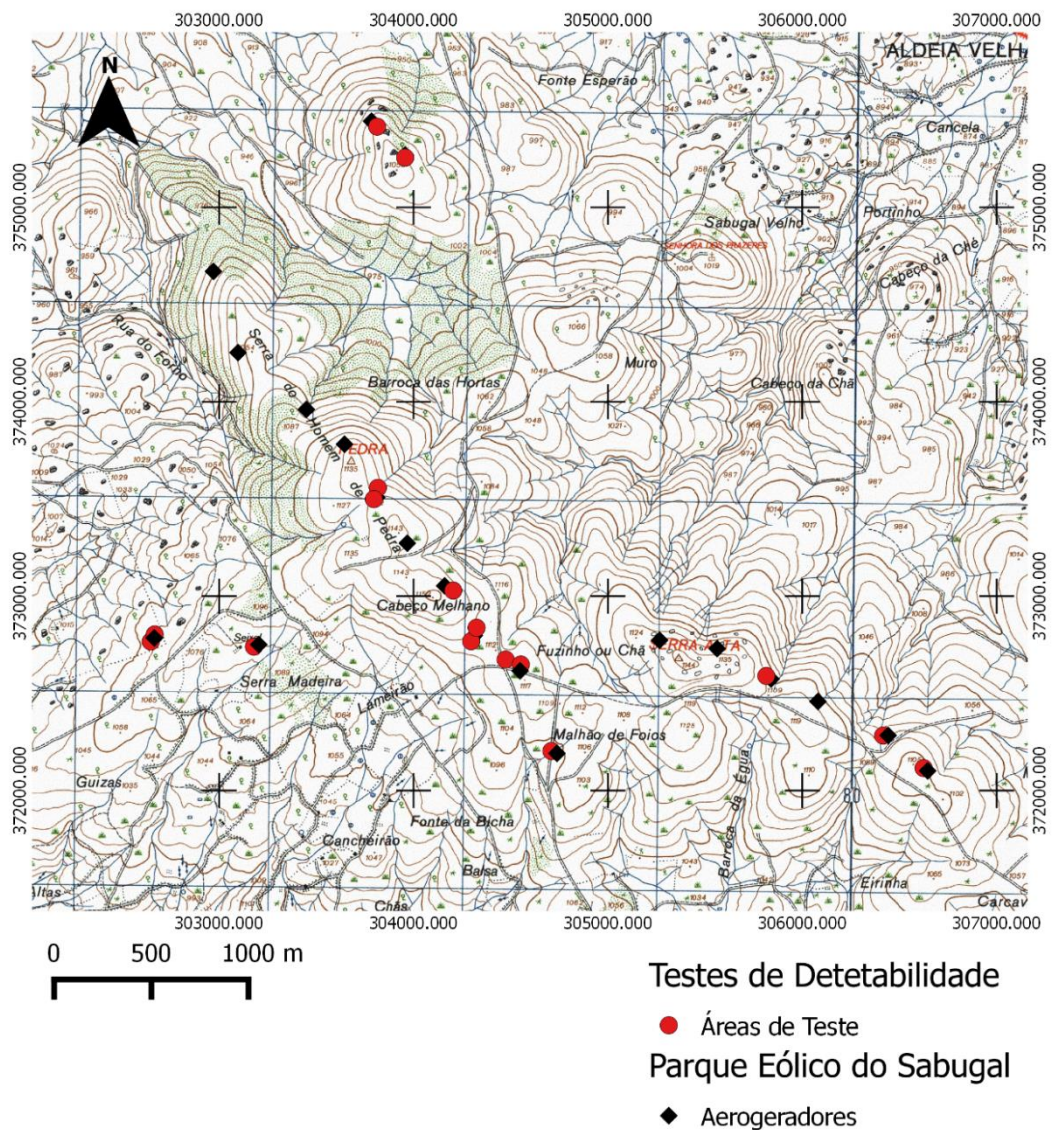


Figura 3.7 - Localização das áreas dos testes de detetabilidade.

### 3.5.3 Taxa de remoção/decomposição

A seguinte metodologia é referente aos testes de remoção realizados no parque de Penamacor em 2017. (Anexo IV-Figura 10.1)

Segundo (Farfán *et al.* 2017) uma percentagem dos animais, que sofre colisão fatal com os aerogeradores, é removida por outros animais e não é, por isso, possível de ser observada na prospeção. Para medir esta percentagem recorre-se à realização de testes que permitem calcular a taxa de remoção dos cadáveres.

No parque eólico de Penamacor foram usados modelos representativos de todas as classes de tamanho dos animais passíveis de sofrer colisões fatais com os aerogeradores. Os 4 tamanhos com valores semelhantes aos modelos criados para os testes de detetabilidade foram representados por ratinhos, bengalins do Japão, codornizes e perdizes, para representar, respetivamente, quirópteros, aves de pequeno, médio grande porte.



## 4. Análise de dados

A análise de dados centrou-se fundamentalmente em avaliar e comparar a composição e estrutura das comunidades entre a área de parque eólico e controlo (2.3), e a sua variação ao longo dos três anos de monitorização, fases de pré-construção (2013/2014), construção (2015/2016) e exploração (2016/2017).

As análises e tratamentos vão ser apresentadas por grupo de amostragem, como foi feito anteriormente por forma a facilitar a leitura e compreensão, pois cada grupo foi tratado separadamente, ainda que os métodos estatísticos utilizados sejam comuns.

Assim, de forma geral, as comunidades foram caracterizadas em termos de abundância e riqueza específica, com base respetivamente no número total de indivíduos e número de espécies detetado em cada época, em cada ano e em cada local.

Do mesmo modo utilizou-se uma técnica de ordenação comum para visualização da variação na estrutura das diferentes comunidades, em termos de abundancia de espécies, ao longo dos anos nas diferentes áreas.

A técnica de ordenação utilizada foi o escalonamento multidimensional não métrico (*Non-metric multidimensional scaling* - NMDS), uma técnica que permite sumarizar os níveis de dissimilaridade de indivíduos num pacote de dados, facilitando a visualização e compreensão dos dados através da representação em espaço reduzido, com base numa matriz de dissimilaridade determinada entre as várias estações de amostragem.

Esta análise foi efetuada no ambiente *R* (R Core Team 2016), usando a função *metaMDS* do *package vegan* (Oksanen *et al.* 2016) utilizando-se como medida de dissimilaridade o índice de Bray-Curtis, considerado o mais adequado para dados de abundância de espécies (Legendre & Legendre 1998).

Para testar a variação dos diferentes parâmetros em análise, nos diferentes anos e habitats presentes, utilizaram-se Modelos Lineares Generalizados Mistos (MLGM). Estes modelos, foram determinados no ambiente *R* (R Core Team 2016), utilizando a função *glmer* do *package lme4* (Bates *et al.* 2015) considerando distribuições específicas e definições específicas dos fatores fixos e aleatórios para cada grupo de amostragem, em função da natureza.

A associação das variáveis explicativas com os parâmetros em análise foi avaliada através do sinal (positivo ou negativo) e magnitude dos coeficientes obtidos nos modelos, e dos níveis de significância associados às variáveis categóricas (área, ano, habitat e época de amostragem). Os MLGM fornecem para cada fator fixo um número de coeficientes igual ao número de categorias desse fator menos um, os quais representam a variação dos parâmetros em análise em função das diferentes categorias do fator relativamente a uma categoria de referência.

De forma a comparar a variação da abundância da comunidade ao longo dos anos, os dados relativos a este indicador foram submetidos a uma análise multivariada por permutação (PERMANOVA) de forma a perceber como os fatores ano, área, habitat e época contribuem para a variação da estrutura da comunidade e qual a percentagem de contribuição para a variação observada.

A PERMANOVA é uma análise de variância multivariada não paramétrica em que a variação existente num conjunto de dados, e a sua partição por diferentes fontes de variação, é analisada e estimada a partir de matrizes de distância, de similaridade ou dissimilaridade. (Anderson & Walsh 2013). Neste trabalho, A PERMANOVA foi realizada sobre uma matriz de dissimilaridade construída com base no índice de Bray-curtis (Oksanen *et al.* 2016). Nas análises foram utilizadas as funções *vegdist* e *adonis* do *package vegan* (Oksanen *et al.* 2016), no ambiente *R* (R Core Team 2016).

O nível de significância considerado para todas as análises foi de 0,05.

## **4.1 Flora e Habitat**

### **4.1.1 Caracterização das parcelas/comunidades**

Com o objetivo de avaliar a variação das comunidades nas parcelas e nas áreas controle e parque ao longo do tempo foi calculada a evolução da estratificação do solo, a riqueza específica das parcelas e a variação da estrutura das comunidades através de um NMDS com base numa matriz de dissimilaridade dos dados de cobertura segundo *Braun-Blanquet*.

Para obter uma estratificação visual da ocupação do solo utilizou-se a média da percentagem de cada estrato por área dos estratos Solo Nu, Herbáceo, Arbustivo e Arbóreo de todas as parcelas existentes

### **4.1.2 Evolução das Populações das espécies alvo**

Para a análise da evolução das populações de *Centaurea micrantha*, *Thymelaea procumbens* e *Viola langeana* foi calculada a abundância média para cada área por ano de amostragem.

Para avaliar a variação espacial (áreas de parque eólico e de controlo) e temporal (ano de pré-construção e ano de exploração) da abundância dos núcleos populacionais de cada espécie-alvo recorreu-se à aplicação de MLGM (Bolker *et al.* 2009) utilizando a distribuição de *Poisson*.

Definiram-se como fatores fixos a área e o ano do projeto e a estação de amostragem e como fator aleatório.

As categorias de referência são o ano de Pré Construção (ano 0) para o fator “ano de amostragem” e a área Controlo para o fator “área de amostragem”.

## **4.2 Lobo**

Os dados relativos aos indícios de presença foram utilizados para determinar o Índice Quilométrico de Abundância (IQA). Este é um índice de abundância relativa, ou seja, a abundância é expressa em relação a uma grandeza suscetível de ser medida pelo observador. Neste caso, o IQA foi determinado pelo ratio do número total de sinais da presença da espécie alvo observados ao longo de um transecto, dividido pelo número de quilómetros do mesmo ( Vincent *et al.* 1991; Preatoni *et al.* 2012).

Este tipo de abordagem, foi também aplicada aos indícios detetados de javali e do corço, sendo o IQA utilizado como indicador do uso do espaço por estes animais.

A análise realizada é relativa à soma do número total de indícios por quilómetros totais de amostragem.

As fotografias recolhidas pelas câmaras de armadilhagem fotográfica utilizadas na amostragem de lobo ibérico, foram processadas com recurso a um *software* desenvolvido pela Biota em parceria com a *Inovation Makers*, uma empresa portuguesa especializada no desenvolvimento e implementação *softwares* centrados na experiência do utilizador. O programa utilizado identifica as fotos com presença de indivíduos como positivas e as fotos sem indivíduos como negativas, separando-as em pastas. Posteriormente as fotografias selecionadas como positivas, foram analisadas para a identificação da espécie do indivíduo (ou indivíduos) presente(s), e posterior categorização, como lobo, presas selvagens, presas domésticas, outras presas e outros carnívoros selvagens. Adicionalmente, foi também avaliada a perturbação existente, nomeadamente relativa à presença de indivíduos humanos, veículos ou cães.

Devido à morosidade deste processamento, não foi, no entanto, possível incluir neste relatório a apresentação e análise dos dados obtidos.

## 4.3 Aves

### 4.3.1 Aves em geral

As comunidades de aves foram caracterizadas utilizando os indicadores Abundância, Riqueza Específica e Índice de Diversidade *Shannon Wiener* ( $H'$ ) por ponto.

A **diversidade** de cada local foi estimada utilizando o índice de *Shannon-Wiener*.

O índice de *Shannon* ( $H'$ ) é calculado segundo a equação:

$$4.1 \quad H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

em que:

s – número de espécies (riqueza específica);

$p_i$  – abundância relativa de cada

$n_i$  - abundância de cada espécie

N- número total de todos os indivíduos.

O índice foi calculado no ambiente R (R Core Team 2016), com recurso à função *diversity* do package *vegan* (Oksanen *et al.* 2016).

Todos os parâmetros foram determinados individualmente por ano, época e área de amostragem. Na análise da abundância e da diversidade específicas não foram consideradas as espécies de aves gregárias, pois o avistamento de um bando, com número considerável de indivíduos, influenciaria os resultados e poderia dificultar a identificação de padrões de variação para as comunidades.

No cálculo da abundância e do índice de diversidade apenas foram utilizados os dados registados na 1ª e 2ª banda de distância ao observador (<50 m e entre 50-100 m), onde se assume o pressuposto que todos os indivíduos presentes são detetados.

A variação das comunidades ao longo dos anos, nas áreas controlo e parque, foi analisada através de uma técnica de ordenação estatística, a NMDS.

Foram excluídas a abundância e diversidade das espécies gregárias das análises estatísticas.

Testou-se a variação da riqueza, abundância e diversidade específica entre anos e os diferentes habitats presentes na área de estudo através de Modelos Lineares Generalizados Mistos (MLGM) considerando uma distribuição de *Poisson* para a abundância e riqueza específicas enquanto no modelo da diversidade foi considerada uma função de distribuição Gaussiana.

Na definição dos modelos foram considerados como fatores fixos: a área, o ano, a época de amostragem e o habitat; a estação de amostragem foi considerada como um fator aleatório.

As categorias de referência são o ano de Pré Construção (ano 0) para o fator “ano de amostragem”, a área Controlo para o fator “área de amostragem”, a Época inverno para o fator “época de amostragem” e o habitat Folhosas para o fator “Habitat”.

A variação da estrutura da comunidade com base na abundância específica foi avaliada numa análise multivariada por permutação (PERMANOVA), de forma a perceber qual a contribuição dos fatores ano, área, habitat e época.

A PERMANOVA foi realizada sobre numa matriz de dissimilaridade contruída com base no índice de Bray Curtis. Nas análises foram utilizados dados das comunidades das estações de amostragem,

a função *vegdist* do *package vegan* e *adonis* do *package vegan* e foi calculada no ambiente *R* (R Core Team 2016) com recurso à função (Oksanen *et al.* 2016).

#### 4.3.2 Rapinas e outras planadoras

Para a caracterização das comunidades de rapinas e outras planadoras das áreas (de controlo e parque) calculados os indicadores: Abundância e Riqueza Específica.

O risco associado ao comportamento de voo das aves de rapina e planadoras foi determinado com base na proporção de voos de risco associada à área do parque eólico, determinada através do número médio de indivíduos por época e área para os três anos em análise. Especificamente, foram tidas em consideração as classes de altura de voo e a proximidade aos aerogeradores e consideradas duas classes de risco:

- Risco Baixo: movimentos registados abaixo (< 30m) ou acima (> 130m) do raio de ação do rotor (pás) dos aerogeradores.
- Risco Elevado: movimentos registados entre alturas do raio de ação do rotor (pás) dos aerogeradores ( $\geq 30m$  e  $\leq 130m$ ).

Para avaliar a variação de composição e estrutura das comunidades de aves de rapina e outras planadoras entre as áreas de parque eólico e controlo efetuou-se um NMDS (ponto 4).

Para testar a variação da abundância, riqueza e altura de voo nos diferentes anos e habitats ao longo dos três anos de monitorização entre a área de Parque Eólico e Controlo testou-se a variação da abundância, riqueza e altura de voo nos diferentes anos e habitats através de MLGM considerando a distribuição de Gauss.

Na definição dos modelos foram considerados como fatores fixos: a área, o ano e a época de amostragem. A estação de amostragem foi considerada como um fator aleatório.

As categorias de referência utilizadas foram o ano de Pré Construção (ano 0) para o fator “ano de amostragem”, a área Controlo para o fator “área de amostragem” e Época de inverno para o fator “época de amostragem”.

Para a variação da altura de voo atribuiu-se um valor de altura de voo: 15m para observações na classe <30m, 80m para as da classe 30-130m e 150m para as da classe > 130m.

Para a comparação da variação da abundância da comunidade ao longo dos anos, os dados relativos a este indicador foram submetidos a uma análise multivariada por permutação (PERMANOVA) (Anderson & Walsh 2013) (Ponto 4).

## 4.4 Quirópteros

### 4.4.1 Pontos de escuta/Utilização do espaço

As vocalizações gravadas foram analisadas por um técnico especialista da Biota, recorrendo a um programa de análise de som, que permite a visualização dos sons através da passagem da frequência detetada para espetrogramas e oscilogramas, com base nos quais é possível, identificar as espécies através dos respetivos espetros de frequências distintos.

Para estimar a intensidade de utilização do espaço da área de parque e área controlo ao longo do tempo foi calculado o número médio de passagens e o número mínimo de espécies.

Para avaliar a variação do uso do espaço pelos quirópteros analisou-se o número de passagens e o número de espécies nos diferentes anos de monitorização recorrendo-se a MLGM considerando uma distribuição de *Poisson*. Estas foram as variáveis de resposta e as variáveis explicativas foram a área de amostragem (controlo e parque eólico), o ano (pré-construção, construção e exploração), habitat (matos, pinhal e florestas de folhosas), época de amostragem (mês), distância à linha de água, temperatura e intensidade do vento.

Na definição dos modelos foram considerados como fatores fixos a área, o ano, a época de amostragem, o habitat, a distância à linha de água, a intensidade do vento e a temperatura, enquanto a estação de amostragem foi considerada um fator aleatório.

As categorias de referência são o ano de Pré Construção (ano 0) para o fator “ano de amostragem”, a área Controlo para o fator “área de amostragem” o habitat Folhosas para o fator “Habitat” e Mês de abril para o fator “Mês”.

#### **4.4.2 Monitorização de Abrigos**

Para obter a relação entre a ocupação dos abrigos e a sua localização espacial relativamente ao parque eólico e a linhas de água recorreu-se a MLGM considerando uma distribuição binomial (Bates *et al.*, 2015). A variável de resposta foi a ocupação ou não do abrigo e as variáveis explicativas a distância ao aerogerador e à linha de água mais próxima.

Os fatores fixos são a distância ao aerogerador e à linha de água, enquanto a estação de amostragem foi considerada um fator aleatório.

### **4.5 Avaliação da mortalidade**

#### **4.5.1 Detetabilidade**

Os dados recolhidos dos diversos observadores foram utilizados para a estimativa da taxa de eficiência do observador ( $f$ ).

Esta foi calculada para cada tipo de modelo, com base na média da proporção de modelos encontrados por habitat e por técnico para cada época amostrada (verão e inverno) e posteriormente utilizada nas funções de cálculo de probabilidade de deteção (descritas no ponto 4.5.3).

#### **4.5.2 Taxa de remoção/decomposição**

Os dados recolhidos nos testes de remoção de 2009 e 2016/2017 foram utilizados para a estimativa da persistência ( $s$ ).

Foram feitas 2 campanhas de testes pois existem taxas de remoção distintas devido a diferenças sazonais. Uma campanha foi realizada no inverno, entre dezembro de 2016 a janeiro de 2017, efetuada no Parque Eólico de Penamacor (um parque próximo e com condições semelhantes) e uma no verão durante 14 dias consecutivos em agosto de 2009 no Parque Eólico do Sabugal. A realização das duas campanhas deve-se ao facto de existirem variações sazonais em função das condições meteorológicas e a nível de atividade dos predadores (ICNF 2017d).

A estimação da probabilidade de persistência foi efetuada utilizando a função *persistence.prob* do *package carcass* para cada tipo de cadáver, habitat e época (Korner-Nievergelt *et al.* 2015).

#### **4.5.3 Cálculo da mortalidade real**

Os dados de mortalidade de 2016/2017 recolhidos através de prospeções foram utilizados para estimar a mortalidade real ao longo do primeiro ano de exploração monitorizado.

O cálculo da mortalidade foi efetuado tendo em consideração os valores da taxa de remoção e a taxa

de detetabilidade. Estes fatores de correção consistem em calcular a capacidade de detecção por parte do observador (taxa de detetabilidade) e a quantidade de cadáveres que é removida por necrófagos e/ou predadores (taxa de remoção), e tendo em consideração fatores como as condições de visibilidade dos locais, a quantidade de cadáveres que se pode encontrar fora da área de prospeção quer por fuga quer por impulsão após embate.

Para tal recorreu-se ao pacote *carcass* baseando nas indicações de Korner-Nievergelt *et al.*(2015).

*a* – Estimação da proporção de animais, mortos ou feridos, que embatem com o aerogerador e que caem na área de prospeção;

*s* – Persistência. Estimação da probabilidade de persistência dos animais mortos na área de prospeção;

Usando os dados dos testes de remoção (4.5.2);

*f* – Detetabilidade média por tamanho – Estimação da taxa de eficiência da detecção de cadáveres;

Usando os dados resultantes dos testes de detetabilidade (4.5.1) tendo em conta as classes de vegetação, neste caso o habitat;

*p intermédio* – Estimação da probabilidade de detecção - Combinação os parâmetros *a*, *s*, e *f*, com o intervalo de tempo entre prospeções (*d*) e a duração da prospeção (*n*);

*p real* – Estimação da mortalidade real por colisão a partir da probabilidade de detecção e o número de cadáveres encontrado.

No cálculo de *a*, a estimativa de proporção de queda de animais na área de prospeção foi obtida do estudo de Hull & Muir 2010 que apresenta proporções de queda de aves e quirópteros para diversas bandas de distância ao aerogerador e dimensões do mesmo. Neste caso, utilizou-se a estimativa que correspondia à altura do aerogerador e o diâmetro das pás com os valores mais próximos do Parque Eólico do Sabugal, considerando as bandas de distância até 50 metros.

Estimou-se a proporção de animais mortos ou feridos que caem na área de prospeção após embaterem no aerogerador. As estimativas foram corrigidas em função de vários cenários de eficácia de cobertura da área de prospeção (*i.e.* área que é efetivamente prospectada dentro do círculo de 50m de raio) em função de condicionamentos como o tipo de vegetação e visibilidade e em função da possibilidade de animais feridos fugirem da área de prospeção após o embate.

Para a correção das proporções de queda dos animais na área a prospectar em função do tipo de vegetação e acessos, e da possibilidade de fuga de animais feridos da área de prospeção após o embate consideraram-se os seguintes níveis de cobertura da área passível de ser prospectada:

**25%, 50%, 75% e 100 %** de área de prospeção efetivamente coberta.

Os níveis de proporção de fuga da área de prospeção após os animais que sofrerem colisão considerados foram os seguintes:

**0%, 5%, 10% e 15%** de animais que saem da área após a colisão.

Sendo que a percentagem máxima foi estabelecida segundo o estudo de Bellebaum *et al.* (2013) para *Milvus milvus*.

Para o cálculo do *p intermédio*, ou seja, a estimativa da probabilidade de detecção, foi necessário o cálculo de uma probabilidade intermédia em função da probabilidade de persistência dos cadáveres na área de prospeção, da taxa de eficiência de detetabilidade e do intervalo entre dias de prospeção

e duração do estudo de prospeção (combinação de  $a$ ,  $s$ , e  $f$ , com o intervalo de tempo entre prospeções ( $d$ ) e a duração da prospeção ( $n$ ). De seguida, foi necessário corrigir este valor com o valor obtido pela proporção de animais que embatem com o aerogerador e que caem na área de prospeção para os cenários descritos anteriormente.

Existem diversos modelos estimadores de mortalidade em parques eólicos com formas de cálculo, pressupostos e limitações distintos. Como tal, não é aconselhável o uso de apenas um modelo, pois pode-se enviesar as estimativas da mortalidade. Para este relatório foram usadas duas funções para o cálculo da probabilidade de deteção, *phuso*, de acordo com o modelo de Huso 2011 e *pkorner*, de acordo com o modelo de Korner-Nievergelt *et al.* 2011, do package *carcass* tal como recomendado nas diretrizes para monitorização de quirópteros em parques eólicos (ICNF 2017d).

Através destas funções obtiveram-se dois valores de probabilidade intermédia de deteção para cada tamanho de indivíduo (*i.e.* aves de grande, médio e pequeno porte e quiróptero) por combinação de habitat em que foram efetuados os testes de remoção/decomposição e época amostrada (verão e inverno).

A partir destes valores efetuou-se uma média de probabilidade dos diferentes habitats, obtendo-se em cada época, dois valores de probabilidade por tamanho.

Os cenários criados com a capacidade de deteção e a proporção de animais, mortos ou feridos, que embatem com o aerogerador e que caem na área de prospeção foram usados para corrigir os valores obtidos no passo anterior ( $p$  intermédio). Ou seja, foram considerados 16 cenários possíveis de probabilidade de deteção originados pelas duas funções, o que significa 32 valores de  $p$  corrigido para cada tipo de cadáver.

Para além destes cenários de probabilidade de deteção considerou-se outro, em que em que todos os animais que colidem com os aerogeradores caem na área de prospeção, e em que esta é totalmente prospectada e não há fuga de animais (100 % de área de prospeção efetivamente coberta e 0% de fuga), ou seja, em que o valor de probabilidade de deteção é o valor intermédio obtido diretamente a partir das funções *phuso* e *pkorner*.

A estimativa de mortalidade real foi obtida através da função *posteriorN* do package *carcass* usando a probabilidade de deteção ( $p$ ) e o número de cadáveres encontrados.

Esta função tem como valores de entrada o valor de probabilidade de deteção e o número de cadáveres encontrado durante as prospeções e retorna um valor de mortalidade real e o respetivo intervalo de confiança a 95%.

## 5. Resultados

### 5.1 Flora e Habitat

#### 5.1.1 Caracterização das comunidades

No ano de exploração na área de parque a percentagem de solo nu nas parcelas amostradas aumentou, sendo que o estrato arbóreo se manteve semelhante e os estratos herbáceo e arbustivo diminuíram (Figura 5.1). Do ano de pré construção para o de exploração, na área controlo houve diminuição da percentagem de solo nu e de estrato arbóreo, sendo que os estratos herbáceos e arbustivos aumentaram no mesmo período. O aumento do estrato de solo nu pode ser explicado devido à conversão de outros habitats em solo nu oriundo das obras de construção dos aerogeradores.

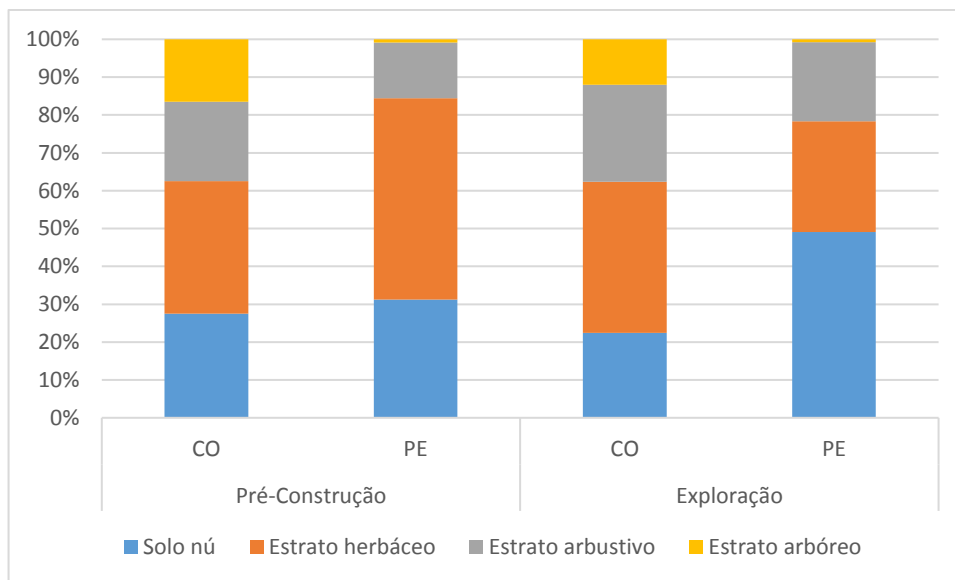


Figura 5.1 - Percentagem da estratificação do solo nos locais de Controlo (CO) e Parque (PE), nos pré construção e exploração.

Houve uma diminuição da riqueza específica da flora do ano de pré construção para o de exploração, sendo que a tendência de menor riqueza na área de parque em relação à de controlo se manteve (Figura 5.2).

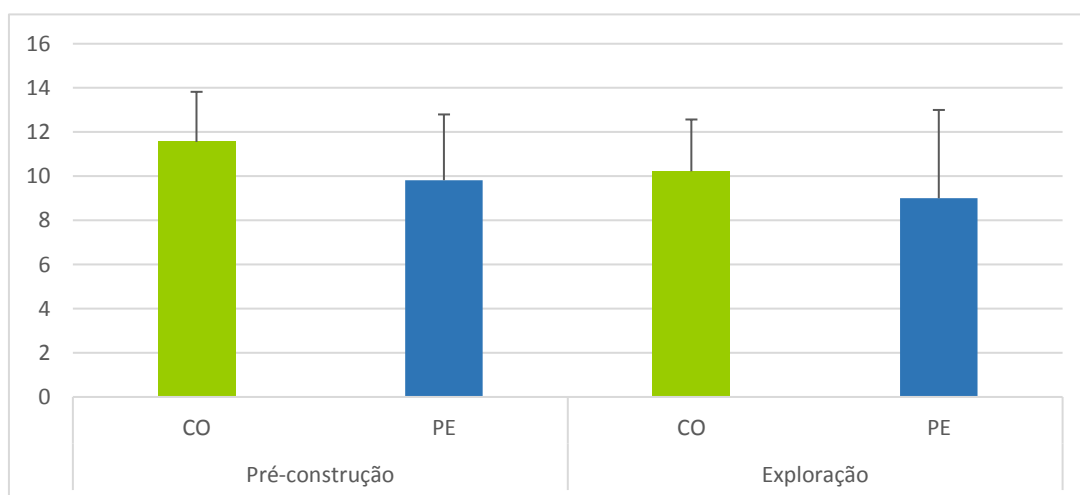


Figura 5.2 - Riqueza específica média nos locais de Controlo (CO) e Parque (PE), nos pré construção e exploração.

No ano de pré construção (A) o habitat matos não apresentou semelhança entre áreas o que pode ser explicado pela Figura 5.1 na qual se verifica uma diferença de percentagem de estrato arbustivo das áreas.

O habitat floresta não tem correspondência com a área de parque em nenhum dos anos. No ano de exploração no habitat matos a área controlo apresenta maior semelhança entre si quando comparada à de parque.

No ano de exploração o solo nu foi a unidade de amostra que mais se afastou de todas as outras (Figura 5.3).

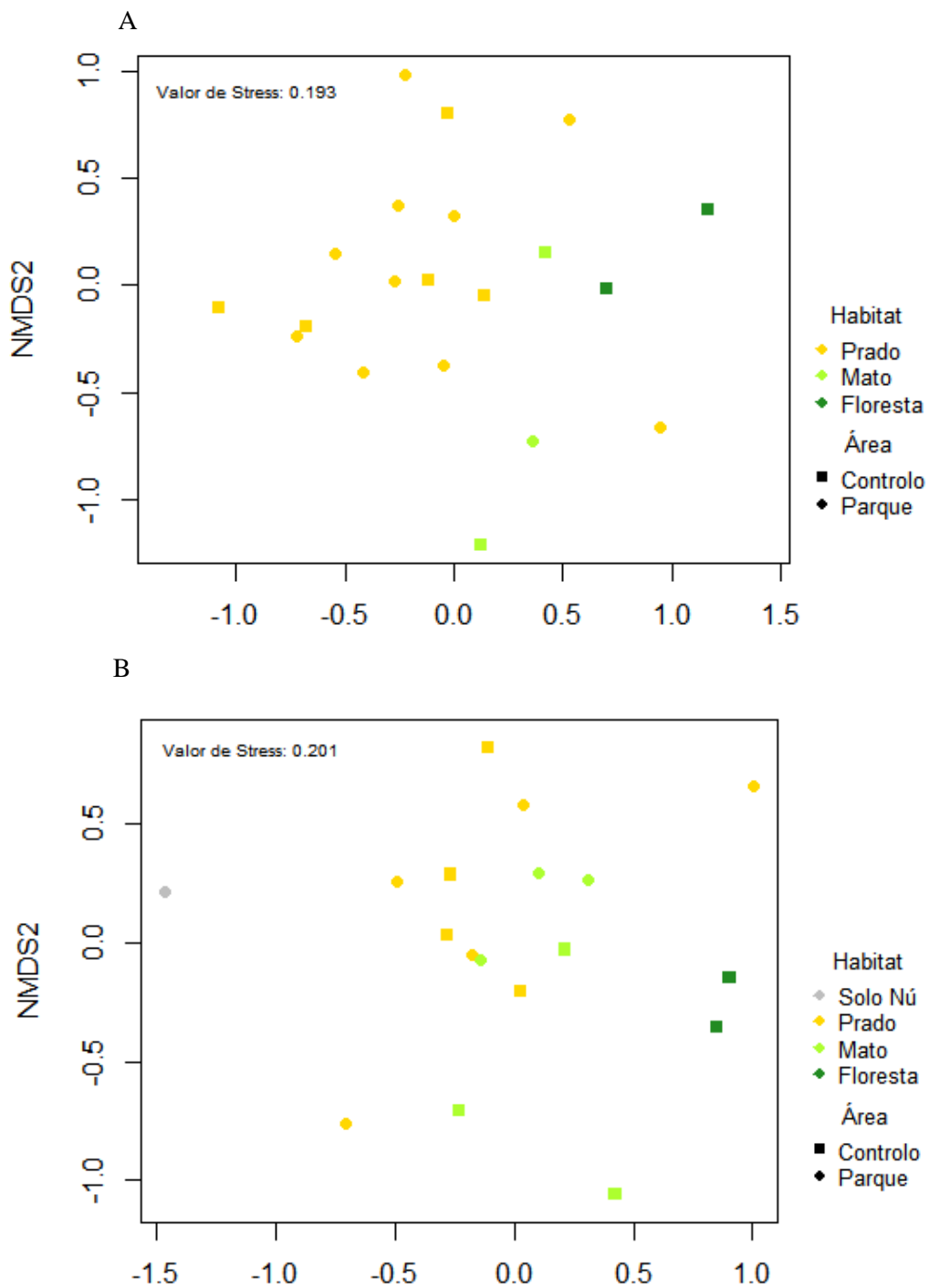


Figura 5.3 - Resultados da ordenação (NMDS) da a percentagem das coberturas existentes na área de estudo nos anos de Pré-Construção (A), Construção (B) e Exploração (C) do Parque Eólico do sabugal.

## 5.1.2 Evolução da abundância das espécies alvo

### *Viola langeana*

A abundância de *Viola langeana* foi inferior no ano de exploração relativamente ao ano de pré-construção (Figura 5.4). A abundância foi ligeiramente superior na área controlo em ambos os anos, comparativamente à área de parque, sendo esta diferença mais evidente no ano de exploração. Contudo, estas diferenças de variação de abundância não são significativas (Tabela 5.1).

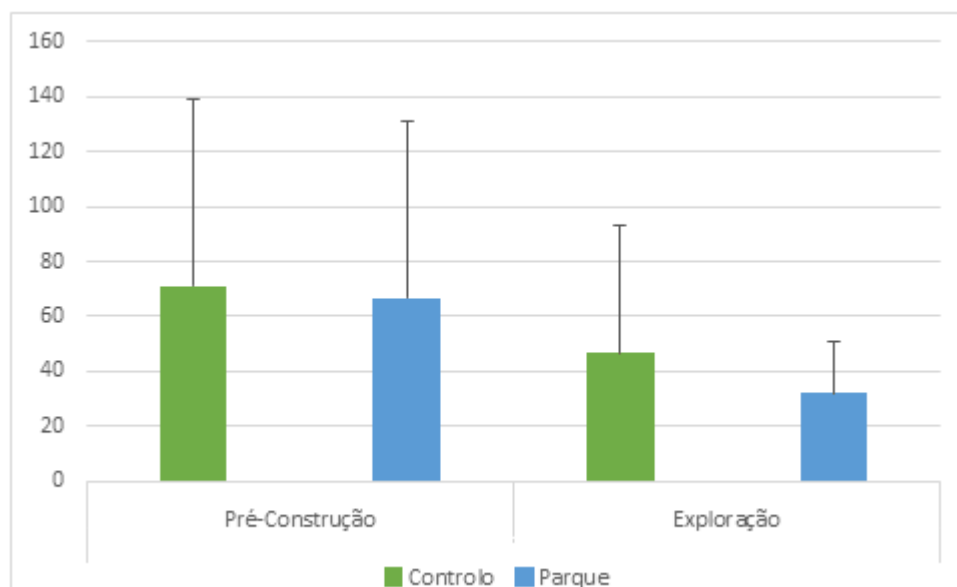


Figura 5.4 - Abundância média da espécie alvo *Viola langeana* nos anos de pré-construção e de exploração nas áreas de parque eólico e controlo.

Tabela 5.1 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de *Viola langeana* e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controlo, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Abundância	
	Coefficiente	<i>p</i>
Parque eólico	-0,4099	n.s.
Ano de Exploração	-0,7869	n.s.

### *Centaurea micrantha*

No ano de pré construção a abundância de *Centaurea micrantha* foi superior na área de parque, mas no ano de exploração foi superior na área de controlo (Figura 5.5), ou seja, houve um aumento da abundância na área controlo e uma diminuição na área de parque de um ano para o outro. Contudo, estas variações não são significativas (Tabela 5.2).

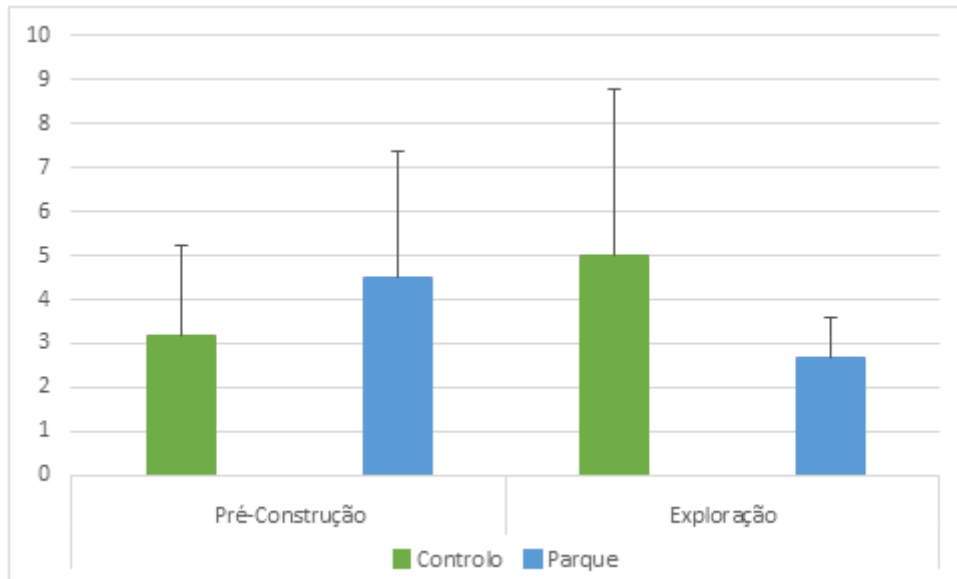


Figura 5.5 - Gráfico de abundância média da espécie alvo *Centaurea micrantha* nos anos de Pré-construção e de exploração nos diferentes locais, Parque Eólico e Área controle

Tabela 5.2 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de *Centaurea micrantha* e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controle, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Abundância	
	Coefficiente	<i>p</i>
Parque eólico	-0,2267	n.s
Ano de Exploração	-0,0298	n.s

### *Thymelaea procumbens*

A abundância de *Thymelaea procumbens* foi inferior no ano de exploração, comparativamente ao ano de pré construção, na área de parque (Figura 5.6), sendo que na área de controlo a abundância de *Thymelaea* foi semelhante nos dois anos monitorizados. A abundância desta espécie foi superior na área de parque em ambos os anos. As diferenças de variação são significativas ( Tabela 5.3).

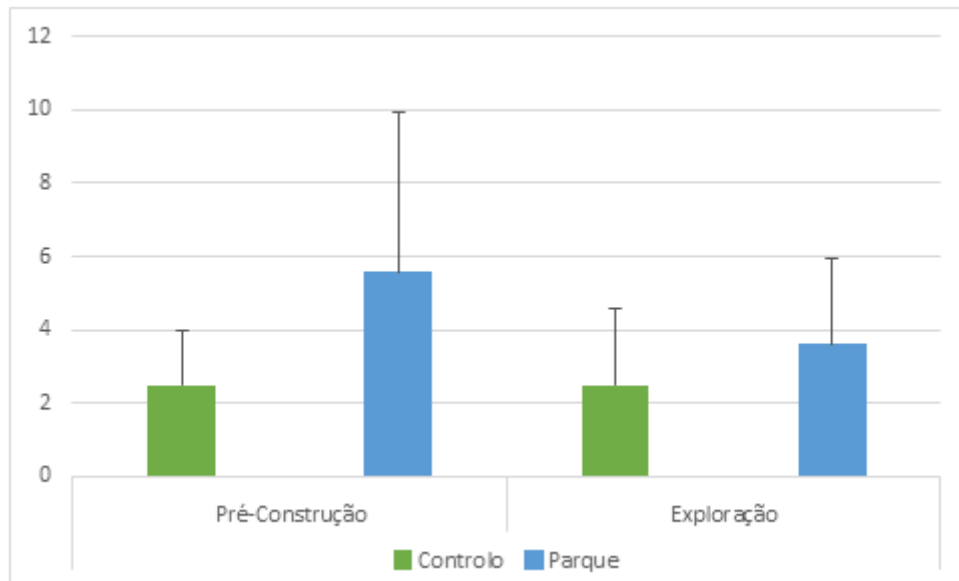


Figura 5.6 - Abundância média da espécie alvo *Thymelaea procumbens* nos anos de Pré-construção e de exploração nos diferentes locais, Parque Eólico e Área Controlo.

Tabela 5.3 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da abundância de *Thymelaea procumbens* e indicando os valores de coeficientes obtidos e nível de significância associado. Os coeficientes das variáveis categóricas: área e fase do projeto indicam, respetivamente, a variação da área de parque relativamente à área controlo, do primeiro ano de exploração face à de fase de pré-construção. p- nível de significância.

Variável	Abundância	
	coeficiente	<i>p</i>
Parque eólico	0,4260	<0,05
Ano de exploração	-0,5595	<0,05

## 5.2 Lobo

Não foi encontrado nenhum indício de presença de lobo ao longo dos transetos prospetados tendo, no entanto, sido confirmada a sua presença através de armadilhagem fotográfica (BIOTA, dados não publicados).

O Índice Quilométrico de Abundância (IQA) médio para as espécies passíveis de serem predadas pelo lobo apresentou valores mais baixos no ano de pré construção relativamente aos outros anos de estudo (Tabela 5.4). A abundância de javali foi sempre superior à de corço, o qual registou valores nulos nos períodos de pré construção e construção do parque eólico. Durante o ano de exploração os valores de IQA apresentaram um aumento em ambas as espécies, sendo que no javali o aumento dos valores de IQA foi mais de metade do ano de construção para o de exploração.

Tabela 5.4 - Índice Quilométrico de Abundância (IQA) médio de lobo, corço e de javali nos transetos prospetados nos diferentes anos de amostragem (n=9).

Ano	IQA Lobo	IQA Corço	IQA Javali
Pré Construção	0	0	0,13
Construção	0	0	0,16
Exploração	0	0,29	0,36

### 5.3 Aves

Considerando todo o período de observações, as espécies mais abundantes foram o tentilhão (*Fringilla coelebs*), o estorninho-preto (*Sturnus unicolor*), o pardal (*Passer domesticus*), a cotovia-escura (*Galerida theklae*) e pintarroxo (*Carduelis cannabina*). No ano de exploração é onde se observa um maior número de espécies (Anexo I Tabela 10.2).

#### Espécies com estatuto de conservação presentes na área de estudo

Foram registadas 3875 observações e um total de 89 espécies de aves ao longo dos três anos de amostragem (Anexo I Tabela 10.1 e Tabela 10.2). Entre as espécies observadas incluem-se quatro com estatuto de ameaça: o abutre-preto (*Aegypius monachus*) (CR); o milhafre-real (*Milvus milvus*) (residente CR e invernante VU) o tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) (EN) e a ógea (*Falco subbuteo*) (VU) (Cabral *et al.* 2006; IUCN 2015). O abutre-preto foi observado tanto na área de parque eólico como na área controlo, mas apenas nos anos de construção e exploração. O tartaranhão-caçador foi observado apenas na área de parque eólico no ano de pré construção e de exploração, sendo a sua abundância maior no primeiro. A ógea foi observada apenas nos pontos de escuta no ano de exploração. O milhafre-real foi o único observado em ambas as áreas amostradas e nos três anos de amostragem.

É de referir ainda a observação de quatro das espécies classificadas como “Quase Ameaçadas”(NT), (Cabral *et al.* 2006; IUCN 2015 ), o grifo (*Gyps fulvus*), em ambas as áreas e nos três anos, tendo tido uma maior abundância no ano de exploração, o tordo-pinto (*Turdus philomelos*), presença confirmada apenas no ano de pré construção, o taralhão-cinzento (*Muscicapa striata*) no parque no ano de construção e o corvo (*Corvus corax*) em todos anos.

#### 5.3.1 Aves em geral

##### Caraterização das comunidades de aves

A riqueza específica de aves registou uma tendência de aumento ao longo dos anos na área controlo (Figura 5.7), mas diminuindo na área de parque. A área controlo teve tendencialmente, sempre maior riqueza que a de parque. Ao longo dos três anos, a época de inverno mostrou ser a época com menor riqueza específica.

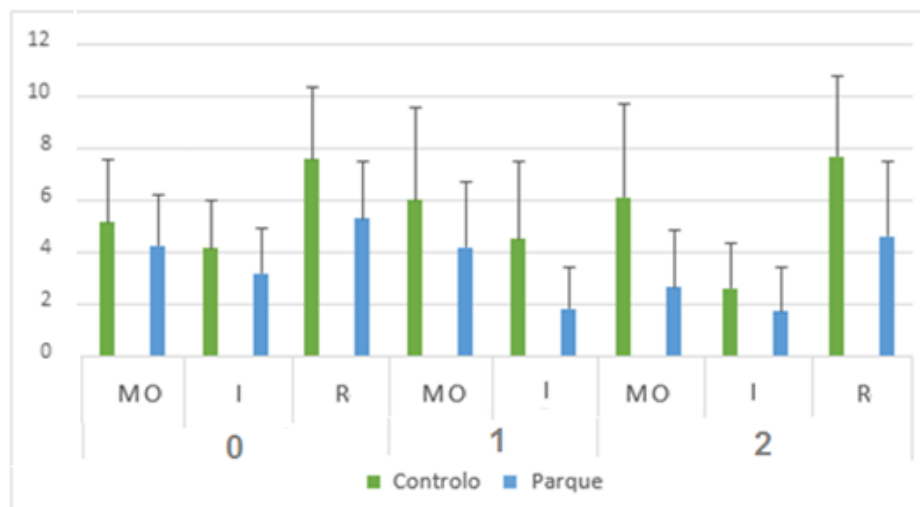


Figura 5.7 - Riqueza específica das espécies de passeriformes obtido usando a média do número de espécies em cada local (Controlo e Parque Eólico), ano (Pré construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R).

A abundância de aves em geral foi maior no ano de pré construção, comparativamente aos outros anos, e na área controle do que na de parque em todos os anos e épocas de estudo (Figura 5.8).

A época com menor abundância foi o inverno e a época com maior presença de indivíduos a reprodução. No ano de pré construção, na reprodução na área de controle foi onde houve maior abundância, sendo no ano de construção, no inverno na área de parque a menor.

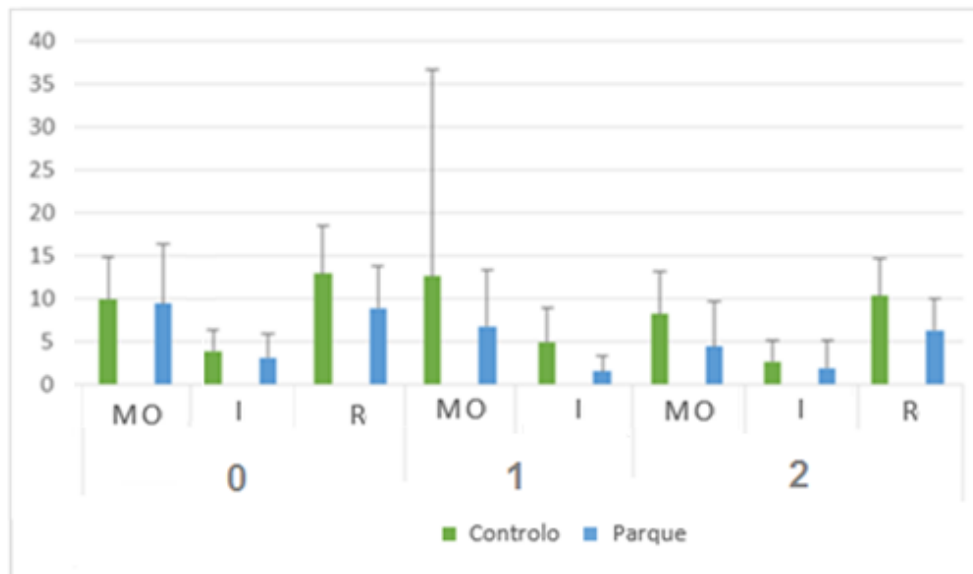


Figura 5.8 - Abundância média de passeriformes (e desvio padrão) obtido usando a média do número de indivíduos em cada local (Controle e Parque Eólico), ano (Pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R).

O ano de pré construção apresentou maior diversidade específica de aves em geral, principalmente na área de parque, sendo que, a diversidade foi sempre maior na área controle comparativamente à de parque (Figura 5.9). Nas épocas de migração e reprodução, a área controle tem maior diversidade que a de parque, principalmente no ano de exploração, onde a diversidade foi menor em todas as épocas comparativamente ao controle.

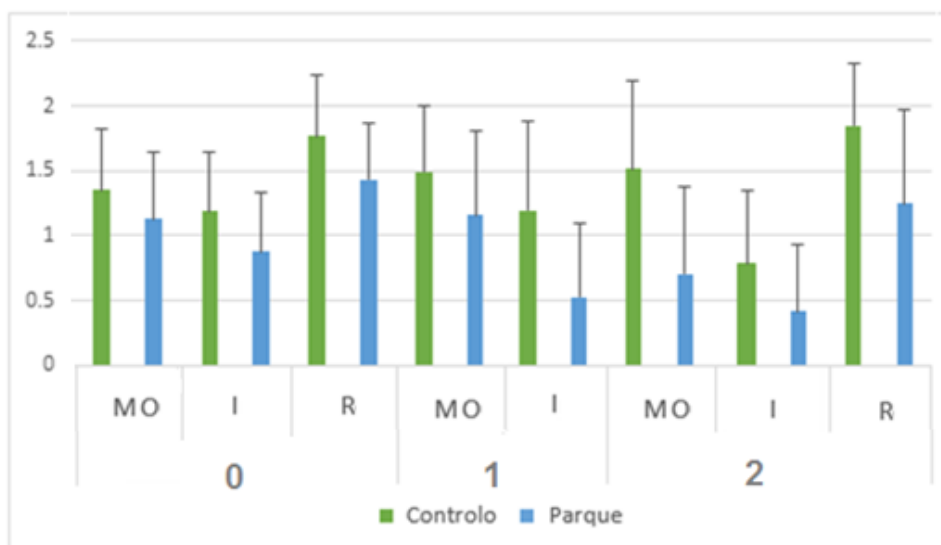


Figura 5.9 - Índice de diversidade Shannon Wiener em cada local (Controle e Parque Eólico), ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno- I, Migração Outonal - MO, Reprodução- R).

A ordenação efetuada através de um NMDS revelou que o ano de pré construção (A) apresenta maiores semelhanças de composição das comunidades em comparação aos restantes, independentemente da área (controlo ou parque) e habitat (Figura 5.10).

No ano de exploração (C) foi onde se observou maior semelhança entre habitats na área controlo. Contudo, este foi o ano no qual existiram maiores diferenças entre as áreas de parque e controlo no habitat matos.

Nos três anos, a área controlo apresentou maior semelhança de composição das comunidades entre si independentemente dos habitats.

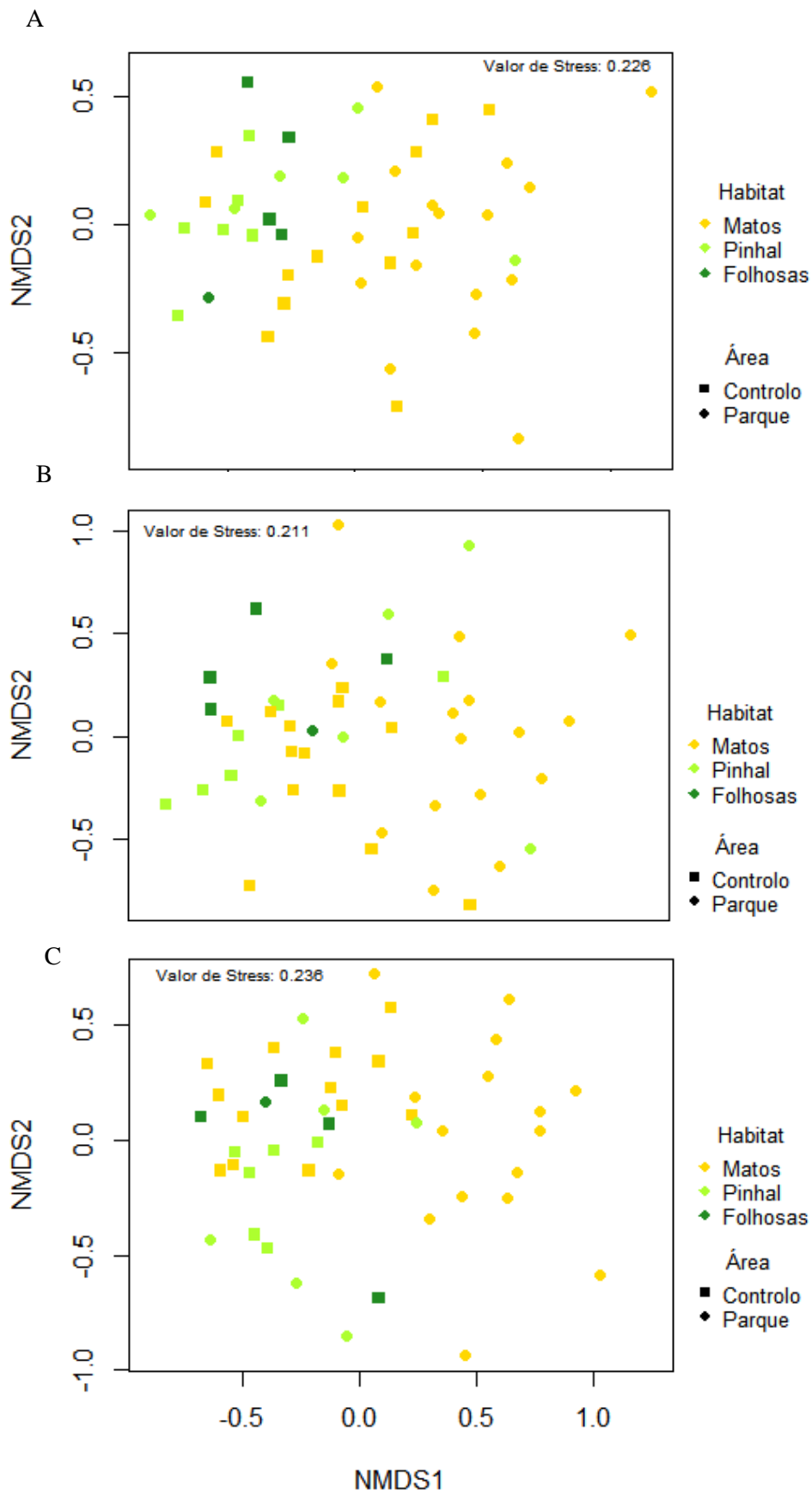


Figura 5.10 - Resultados da ordenação (NMDS) da abundância de passeriformes nos tipos de habitat existentes na área de estudo nos anos de Pré-Construção (A), Construção (B) e Exploração (C) do Parque Eólico do sabugal.

Os MLGM indicaram haver diferenças significativas de riqueza, abundância e diversidade específica entre áreas e épocas (Tabela 5.5). A abundância no ano de construção, e a riqueza e a diversidade no ano de exploração e no habitat matos apresentaram variações significativas.

Tabela 5.5 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da riqueza, abundância global e diversidade de avifauna indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação dos parâmetros analisados na área de parque relativamente à de controlo, no ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, na época de inverno face à de migração outonal e reprodução, nos matos e pinhais face ao de floresta de folhosas. p-nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Categorias	Parâmetro					
		Riqueza		Abundância		Diversidade	
		Coefficiente	<i>p</i>	Coefficiente	<i>p</i>	Coefficiente	<i>p</i>
Área	Parque	-0.4327	<0.05	-0.4195	<0.05	-0.4228	<0.05
Ano de amostragem	Construção	0.0069	n.s.	0.0085	<0.05	-0.0055	n.s.
	Exploração	-0.1790	<0.05	-0.3501	n.s.	-0.2080	<0.05
Época	Migração	0.4597	<0.05	1.0295	<0.05	0.3982	<0.05
	Reprodução	0.7777	<0.05	1.2029	<0.05	0.7806	<0.05
Habitat	Matos	-0.2725	<0.05	-0.1993	n.s.	-0.2408	<0.05
	Pinhal	-0.1315	n.s.	-0.0755	n.s.	-0.1003	n.s.

A análise de variância PERMANOVA demonstrou que a percentagem de variação explicada pelos fatores analisados é baixa (13,8%). O ano foi a variável que mais explicou a variância, com 4,5%, o habitat explicou 3,6% da variação, a área explicou 3,4% , estes valores de variação são próximos o que pode indicar que estas variáveis têm aproximadamente a mesma influência na variância dos dados. A época explica apenas 2,2% da variação como se pode verificar na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Resultados da análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA) usando matrizes de distância, indicando a variação explicada por cada fonte de variação (área amostrada, ano, época e habitat) e o valor de significância associado, e a variância não explicada para análise global.

Fonte de variação	% de explicação da variação	Valor de <i>p</i>
Área	3,4	<0.05
Ano	4,5	<0.05
Época	2,2	<0.05
Habitat	3,6	<0.05
Varição não explicada	86,2	-

### 5.3.2 Rapinas e outras planadoras

#### 5.3.2.1 Caracterização das comunidades

O ano de exploração foi o que apresentou maior riqueza específica média de aves de rapina e outras planadoras (Figura 5.11). Nos três anos a riqueza foi maior na área controlo do que na área de parque (excetuando o ano de exploração no inverno). A época que apresentou maior riqueza foi de migração (excetuando o ano de exploração).

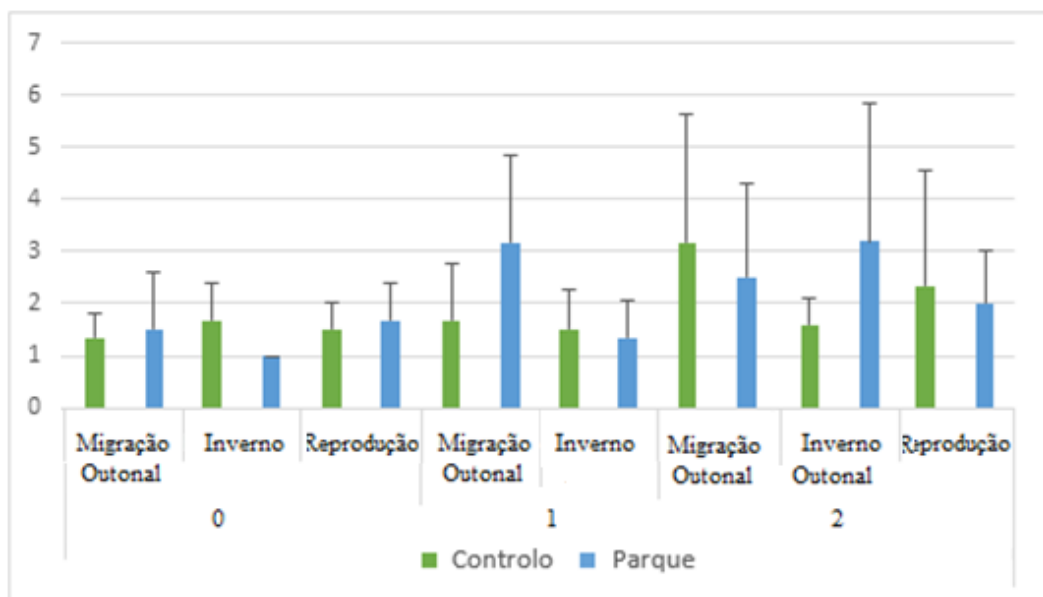


Figura 5.11 - Riqueza específica de rapinas e outras planadoras em cada local (Controlo e Parque) ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno, Migração Outonal, Reprodução).

O ano de exploração apresentou a maior abundância de rapinas e outras planadoras em comparação aos outros anos de monitorização, tal se verifica tanto na área controlo como na de parque (Figura 5.12). No entanto, no ano de construção, na época de migração, na área controlo, verificou-se a abundância mais alta, com uma diferença superior a 0,5 em comparação à maior abundância do ano de exploração. A abundância foi quase sempre superior na área controlo, excetuando no ano de pré construção nas épocas de migração e reprodução e no ano de exploração na época de inverno. Entre as diferentes épocas não foi observado nenhuma tendência de variação tendo, o valor mais baixo de abundância sido registado na área de parque eólico no inverno.

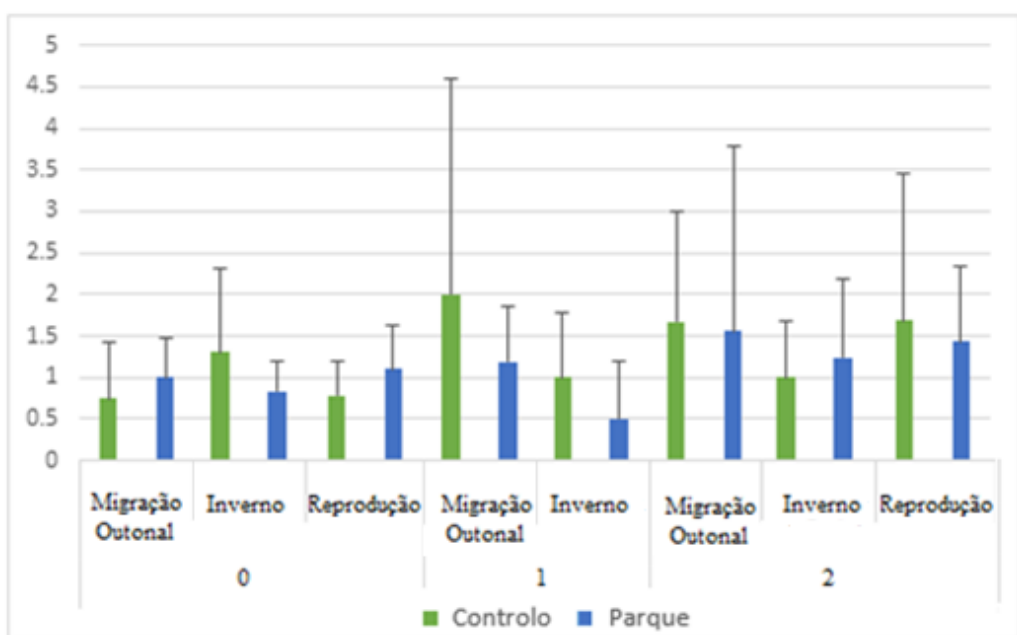


Figura 5.12 - Variação da abundância média das rapinas e outras planadoras em cada área (Controlo e Parque) ano (pré-construção - 0, Construção- 1 e Exploração-2) e época (Inverno, Migração Outonal, Reprodução).

A ordenação efetuada através de um NMDS revelou que existe uma maior proximidade entre anos de construção e exploração em ambas as áreas (Figura 5.13). O ano de pré construção foi o ano que apresentou menor variação na estrutura das comunidades em comparação aos restantes, sendo o de construção o menos semelhante.

Não houve uma separação clara entre as áreas controlo e parque, o que significa que não há diferenças de composição entre as áreas.

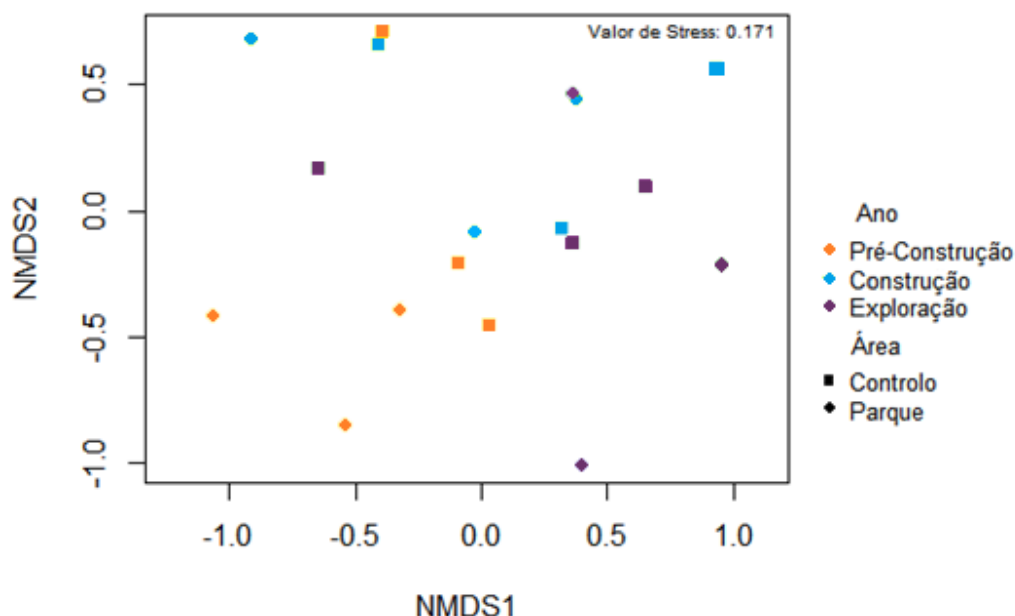


Figura 5.13 - Resultados da análise de ordenação (NMDS) da abundância de rapinas e outras planadoras nos três anos, Pré-Construção, Construção e Exploração do Parque eólico do Sabugal.

No cálculo dos MLGM verificou-se que a variação é significativa no ano de exploração para todas as variáveis. Na riqueza houve variação significativa na época de migração e que a altura de voo apresentou uma variação significativa com o ano de construção e época de reprodução (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da riqueza e abundância global e altura de voo de rapinas e outras planadoras indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado.

Os coeficientes indicam a variação dos parâmetros analisados (riqueza e abundância) da área de parque relativamente à de controlo, do primeiro ano de exploração e do ano de construção face ao pré-construção e da época de inverno à de reprodução e migração outonal. p-nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Categorias	Parâmetro					
		Riqueza		Abundância		Altura de voo	
		coeficiente	p	coeficiente	p	coeficiente	p
Área	Parque	0.1594	n.s.	0.0833	n.s.	1.9076	n.s.
Ano de amostragem	Construção	0.3333	n.s.	0.4122	n.s.	43.5377	<0.05
	Exploração	0.5476	<0.05	0.7207	<0.05	38.0858	<0.05
Época	Migração	0.3804	<0.05	0.5928	n.s.	0.9067	n.s.
	Reprodução	0.1852	n.s.	0.4271	n.s.	16.4279	<0.05

Os resultados da análise de variação da abundância efetuado por uma PERMANOVA demonstraram que apenas 18,6 da variação de dados de abundância e riqueza de rapinas e outras planadoras foi

explicada pelas fontes de variação testadas (81,4%). A época foi a variável que mais explicou a variação dos dados, 9,6%, sendo a única com significância, o ano explicou 6,4% da variação e a área explicou apenas 2,6% da variação (Tabela 5.8). Estes dados corroboram o resultado obtido no NMDS de não existir variação significativa entre áreas (Figura 5.13).

Tabela 5.8 - Resultados da análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA) dos dados de rapinas e outras planadoras usando matrizes de distância baseados na abundância das espécies, indicando a variação explicada por cada fonte de variação (área amostrada, ano, época e habitat) e o valor de significância associado, e a variância não explicada para análise global. p= nível de significância.

Fonte de variação	% de explicação da variação	Valor de <i>p</i>
Área	2,6	n.s.
Ano	6,4	n.s.
Época	9,6	<0.05
Varição não explicada	81,4	-

### 5.3.2.2 Análise das alturas de voo

No ano de pré construção (A), na área controlo, nas épocas de migração outonal e inverno, houve maior número de registos de voos na banda de altura que apresenta maior risco de colisão (30-130m). No ano de construção (B) e exploração (C), na área controlo o maior número de registos foi nas bandas de baixo risco de colisão, entre <30 e >130 m (Figura 5.14).

Na área de parque eólico, no ano pré construção (A) não houve diferenças visíveis no número de indivíduos a voar entre as bandas de risco distinto, apenas na época de migração outonal o registo foi superior na banda de maior risco (entre <30 e >130 m). No ano de construção (B) a banda de altura com maior risco de colisão foi a que apresentou um número médio de indivíduos maior, sendo que no ano de exploração (C) a maioria dos voos se registou acima dos 130 m, com a exceção da época de inverno onde o maior número de registos foi na banda de risco elevado para as aves.

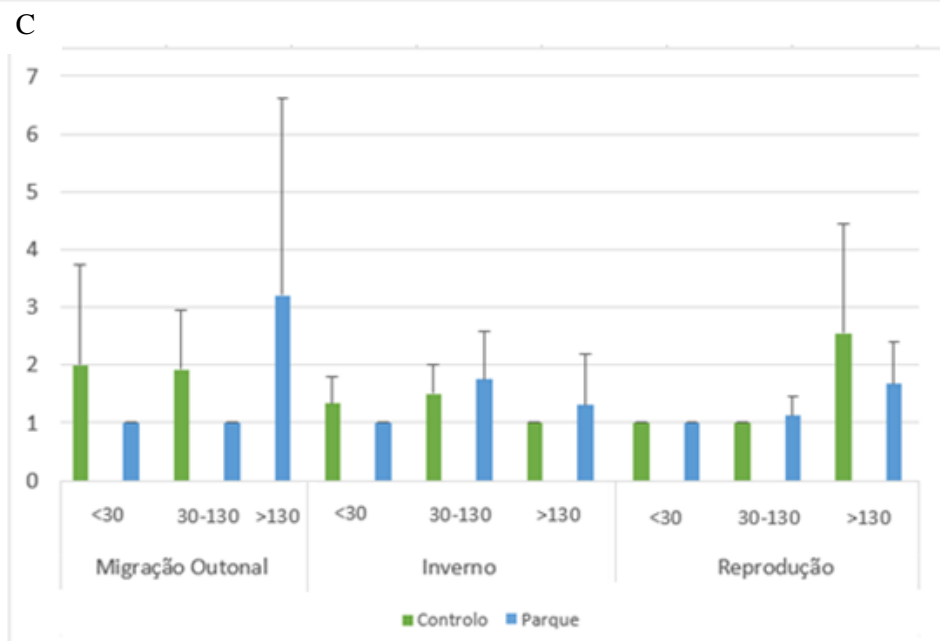
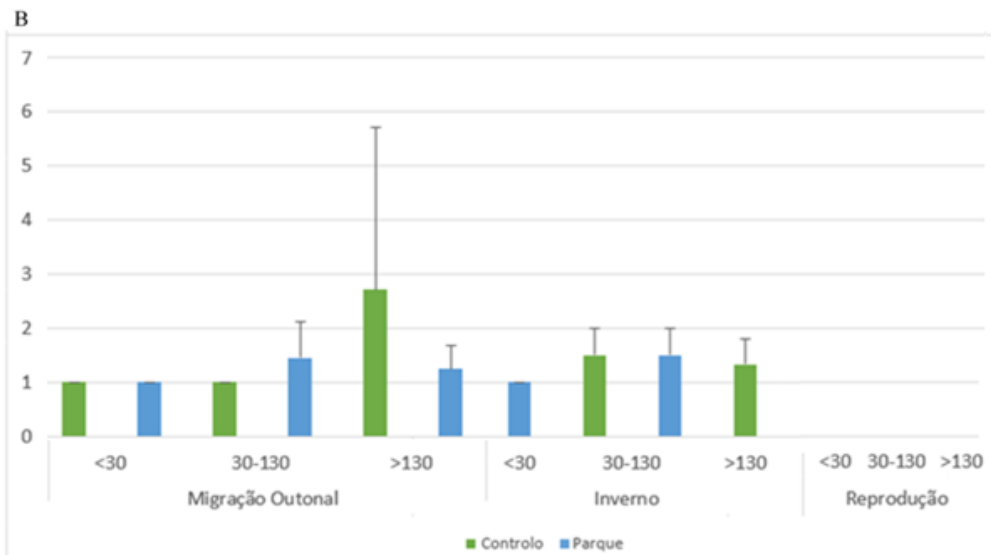
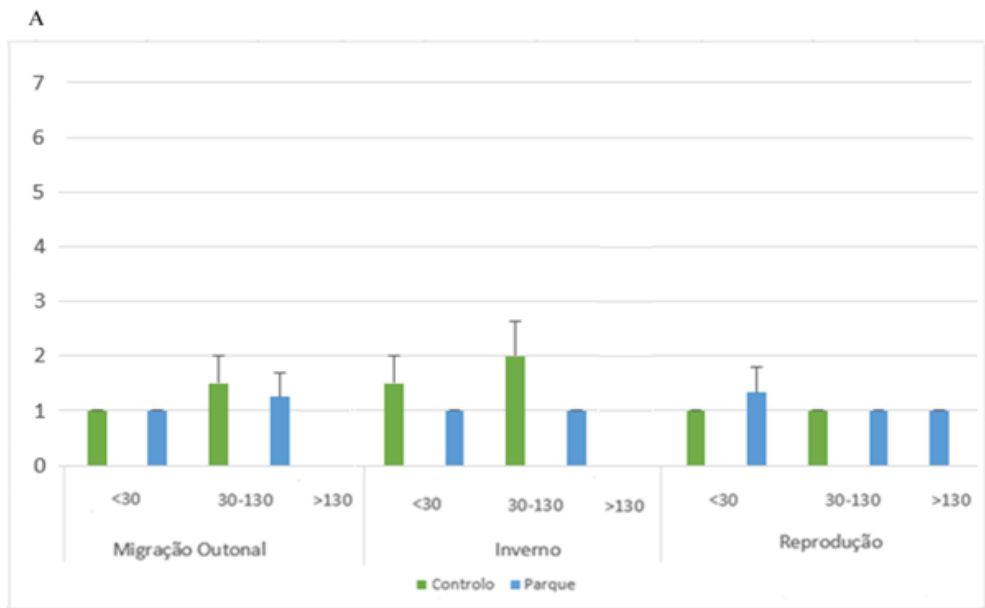


Figura 5.14 - Número médio de indivíduos (e respetivo desvio padrão) entre classes de altura de voo, em metros, das aves de rapina e outras planadoras, na área de parque eólico e controlo por época no ano de pré construção (A), construção (B) e exploração (C).

Observou-se uma tendência de aumento do número médio de indivíduos na banda de altura de voo de menor risco (>130m) no ano de construção e de exploração (Figura 5.15). Na banda de altura de voo de <30 m, correspondente também a risco baixo, houve um ligeiro aumento do número médio de indivíduos do ano de pré construção para o de exploração. Na banda de altura que apresenta um risco mais elevado, entre 30 e 130 m, o número de indivíduos manteve-se semelhante. A banda de altura onde se observou o maior número de indivíduos foi a de.>130 m (risco baixo).

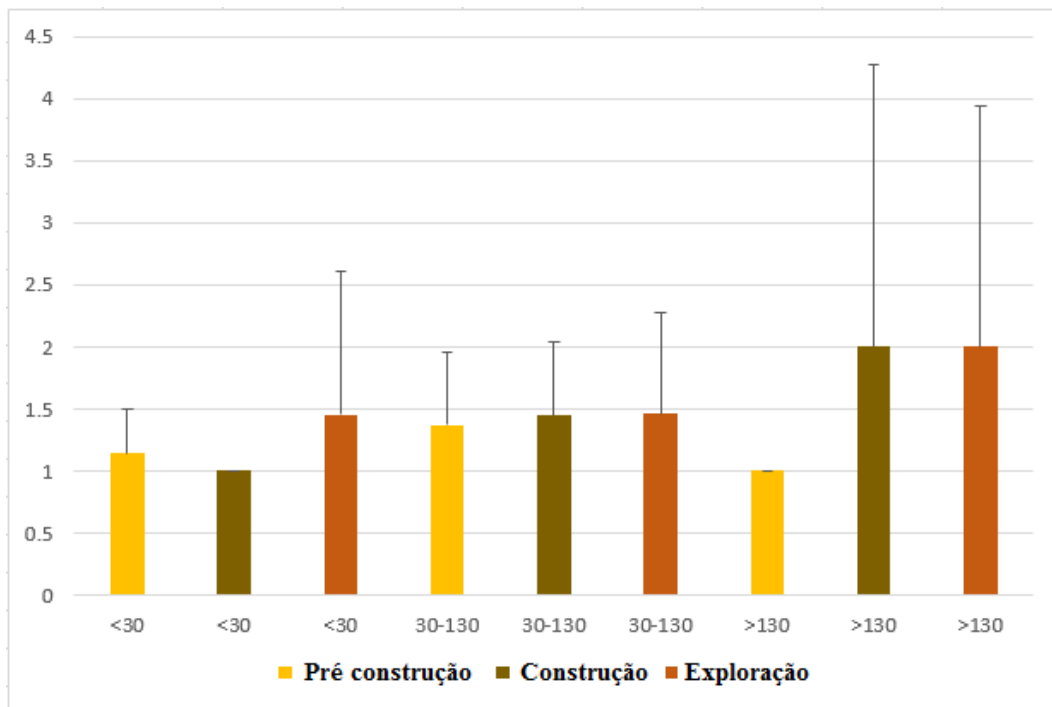


Figura 5.15 - Número médio de indivíduos por classe de voo nos anos de pré construção, construção e exploração do Parque Eólico do Sabugal.

## 5.4 Quirópteros

Durante os três anos de monitorização foram recolhidas 380 gravações nas quais foram 445 passagens. Através destas gravações foi possível identificar na área de estudo as seguintes espécies de quirópteros Morcego-de-ferradura-grande (*Rhinolophus ferrumequinum*), Morcego-de-água (*Myotis daubentonii*), Morcego-de-kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), Morcego-de-savi (*Hypsugo savii*), Morcego-arborícola-pequeno (*Nyctalus leisleri*), Morcego-hortelão (*Eptesicus serotinus*), Morcego-negro (*Barbastella barbastellus*), Morcego-rabudo (*Tadarida teniotis*), morcego-anão (*Pipistrellus pipistrellus*), Morcego-pigmeu (*Pipistrellus pygmaeus*), Morcego-rabudo (*Tadarida teniotis*). No Anexo II Tabela 10.3 pode-se verificar todas as espécies possíveis de terem sido observadas.

### 5.4.1 Utilização do espaço

Durante os anos de pré construção, e exploração do Parque Eólico do Sabugal existiu maior atividade, por parte dos quirópteros, na área controlo comparativamente à área de parque ( Figura 5.16).

O maior número médio de passagem de indivíduos registado foi no ano de exploração, e o menor número médio de passagens no ano de construção, tanto na área de parque eólico como na de controlo.

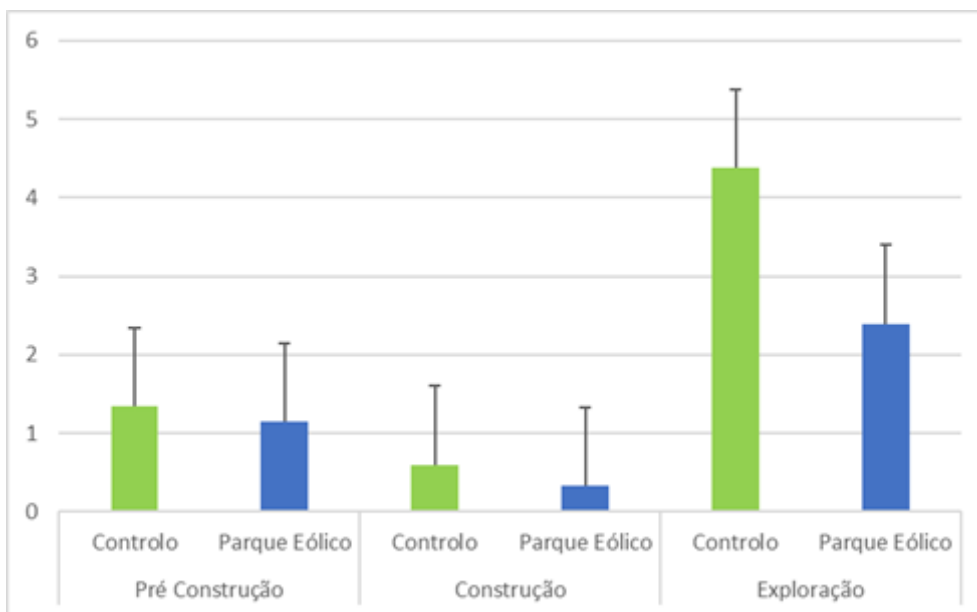


Figura 5.16 - Número de passagens nos diferentes locais nos três anos de monitorização.

O maior número de passagens ocorreu no pinhal e o menor nos matos na área de parque (Figura 5.17). Na área controlo a diferença entre o número médio de passagens no pinhal e carvalho não foi grande, mas na área de parque eólico existiu uma diferença considerável 4,1 vs 1,6 passagens, respetivamente).

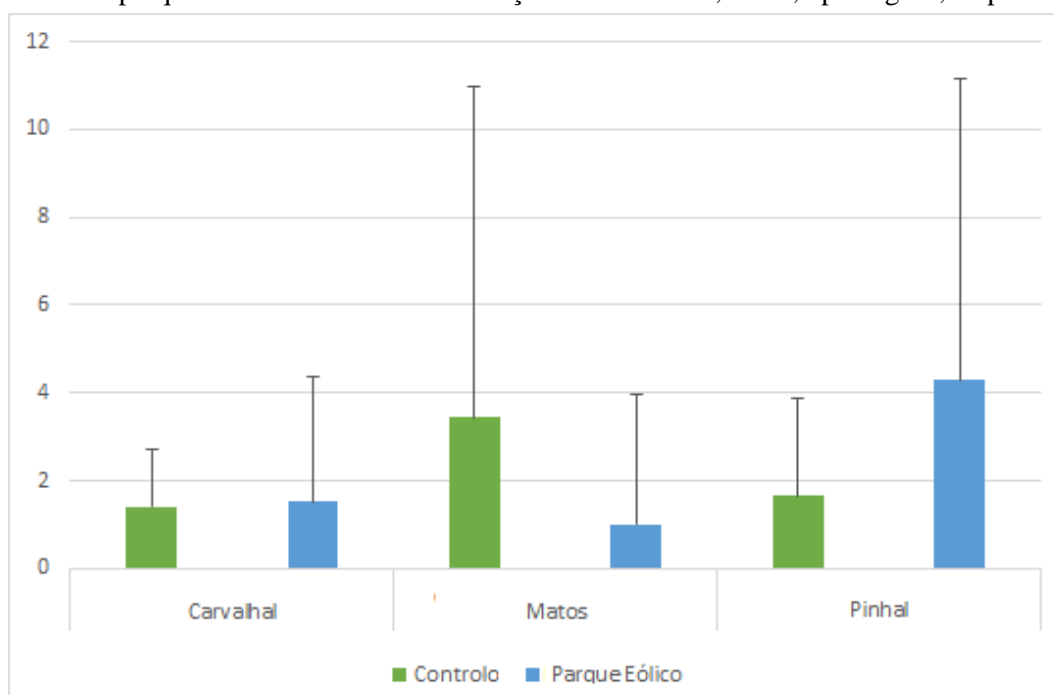


Figura 5.17 - Número médio de passagens durante os três anos (pré construção, construção e exploração) por habitat (Carvalho, Matos e Pinhal) e por área (Controlo e Parque).

A área controlo apresentou um maior número de espécies em comparação à de parque em todos os anos de monitorização (Figura 5.18). **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

O ano de exploração apresentou maior número de espécies, comparativamente aos restantes. No ano de construção observa-se um valor muito baixo no número de espécies na área de parque.

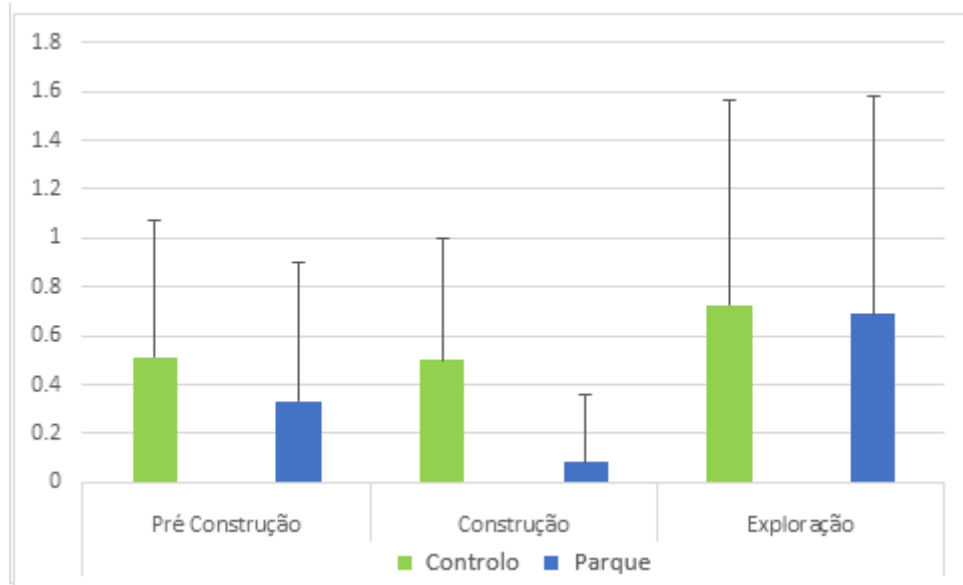


Figura 5.18 - Número mínimo de espécies durante os três anos, por habitat (Carvalhal, Matos e Pinhal) e por área (Controlo e Parque).

Os MLGM indicam que a variação no número mínimo de espécies a variação não foi significativa no ano de construção, mas entre o ano de exploração e de pré-construção a variação foi significativa. A variável intensidade de vento tem variação significativa. (Tabela 5.9). Apesar de a variação não ser significativa há sempre uma pequena diferença superior em comparação as variáveis de referência excetuando no mês de maio e na área de parque onde esta variação é ligeiramente inferior.

Tabela 5.9 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação do número mínimo de espécies indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação do número mínimo de espécies da área de parque relativamente à de controlo, do ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, de cada um dos meses amostrados face a abril, dos habitats de matos e pinhal face ao de floresta de folhosas, da intensidade do vento, temperatura e distância à linha de água mais próxima. p-nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Categorias	Parâmetro	
		Coefficiente	<i>p</i>
Área	Parque	-0,078	n.s.
Ano	Construção	0,076	n.s.
	Exploração	0,536	<0,05
Mês	Maio	-0,050	n.s.
	Junho	0,381	n.s.
	Julho	0,908	n.s.
	Agosto	0,629	n.s.
	Setembro	0,262	n.s.
	Outubro	-0,220	n.s.
	Março	-0,283	n.s.
Habitat	Matos	-0,276	n.s.
	Pinhal	0,145	n.s.
<b>Intensidade do vento</b>		-0,362	<0,05
<b>Temperatura</b>		0,066	n.s.
<b>Distância à linha de água</b>		-0,040	n.s.

A temperatura e a intensidade de vento foram as únicas variáveis que têm influência na variação do número de passagens (Tabela 5.10). Os meses de verão (julho, agosto e setembro) têm uma variação significativa em relação ao mês de referência (abril).

Tabela 5.10 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação do número de passagens indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação média do número de passagens da área de parque relativamente à de controle, do ano de construção e primeiro ano de exploração face ao pré-construção, de cada um dos meses amostrados face a abril, dos habitats de matos e pinhal face ao de floresta de folhosas, da intensidade do vento, temperatura e distância à linha de água mais próxima. p-nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Categorias	Parâmetro	
		Coefficiente	<i>p</i>
Área	Parque	-0,736	n.s.
Ano	Construção	-0,444	n.s.
	Exploração	1,038	n.s.
Mês	Maio	-0,495	n.s.
	Junho	0,142	n.s.
	Julho	1,471	<0,05
	Agosto	0,986	<0,05
	Setembro	0,733	<0,05
	Outubro	-0,649	n.s.
	Março	-1,014	n.s.
Habitat	Matos	-0,028	n.s.
	Pinhal	0,408	n.s.
Intensidade do vento		-0,269	<0,05
Temperatura		0,118	<0,05
Distância à linha de água		-0,036	n.s.

#### 5.4.2 Abrigos

Com os MLGM verificou-se que a distância à linha de água mais próxima é um fator significativo na ocupação de abrigos e que a distância aos aerogeradores tem uma influência próxima da significância ( $p=0.062$ ) (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 - Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos usados na análise da variação da ocupação dos abrigos indicando os valores de coeficientes e nível de significância associado. Os coeficientes indicam a variação da ocupação dos abrigos relativamente à distância à linha de água e ao aerogerador mais próximo. p-nível de significância (n.s.- não significativo).

Variável	Ocupação dos abrigos	
	coeficiente	<i>p</i>
Distância ao aerogerador	-0,286	n.s
Distância às linhas de água	0,30	<0,05

## 5.5 Mortalidade de aves e quirópteros

A mortalidade estimada foi superior em aves de grande e médio porte e em quirópteros e durante as épocas de reprodução e a migração. Os resultados produzidos pelos modelos foram consistentes entre si, tendo o modelo de Huso produzido, em geral, estimativas superiores (Tabela 5.12).

No Anexo III ( Tabela 10.4) estão descritos os resultados detalhados da estimativa da mortalidade.

Tabela 5.12 - Estimativas mínimas e máximas da mortalidade de aves de grande porte (g.p) médio porte (m.p.), pequeno porte (p.p) e quirópteros, considerando os diferentes cenários de cálculo efetuados, usando dois modelos de Huso 2011 e o modelo de Korner-Nievergelt *et al.* 2011 para obter número mínimo e máximo de indivíduos mortos.

Época	Grupo	Mortalidade Observada	Estimativa da mortalidade real			
			modelo HUSO		modelo KORNER	
			mínimo	máximo	mínimo	máximo
Inverno	Aves de g.p.	0	0	44	0	42
	Aves de m.p.	1	1	85	1	90
	Aves p.p.	0	0	34	0	28
	Quirópteros	0	0	34	0	24
Migração outonal	Aves de g.p.	0	0	44	0	42
	Aves de m.p.	2	2	111	3	117
	Aves p.p.	1	1	65	1	53
	Quirópteros	1	1	64	1	45
Reprodução	Aves de g.p.	2	3	158	3	144
	Aves de m.p.	1	1	93	1	84
	Aves p.p.	0	0	41	0	36
	Quirópteros	4	5	113	5	100

## 6. Discussão e Conclusão

### 6.1 Discussão dos resultados obtidos

Os resultados variaram consoante o grupo analisado, pelo que vão ser discutidos os resultados para cada grupo, separadamente, pois cada grupo responde de maneira diferente à presença do parque eólico e, também para manter a coerência da divisão feita ao longo do trabalho. Contudo em termos gerais denota-se que apesar da mortalidade estimada de quirópteros ser elevada estes não parecem demonstrar preferência pela área envolvente (controlo) em detrimento da área de parque, que apresenta maior risco. Contrariamente aos quirópteros, existe uma preferência das aves pela área com menor perturbação (controlo), o que pode indicar um possível afastamento da área, conseqüente da presença do parque eólico embora a mortalidade estimada de aves seja também elevada, sendo as aves de grande porte as que apresentam valores mais altos de mortalidade estimada, tal pode ser explicado por estas apresentarem um comportamento de voo de risco considerável. No geral observa-se que não há efeito de exclusão causado pela presença do Sobreequipamento do Parque Eólico do Sabugal.

#### 6.1.1 Flora e Habitat

Observou-se uma afetação da flora alvo e da vegetação geral do ano de pré-construção para o ano de exploração, com aumento do solo nu e diminuição dos estratos herbáceos e arbustivos. Estes efeitos da construção do parque podem explicar também a diminuição das abundâncias de *Viola langeana*, *Centaurea micrantha* e *Thymelaea procumbens* na área do parque eólico. Esta situação reflete que a construção do parque tem associação com a perda de habitat e de espécies alvo importantes (apesar de não haver resultados significativos para as primeiras espécies alvo).

Com a evolução do tempo é de esperar que estas perdas sejam, pelo menos parcialmente reversíveis e que depois dos impactos causados pela construção haja alguma recuperação do coberto vegetal (Reksten 2016).

#### 6.1.2 Lobo

A abundância de javali foi superior ao corço nos três anos de monitorização do Parque Eólico do Sabugal. Isto pode ser explicado, pelo menos em parte, por o javali ser um animal de grande porte, mais pesado e que deixa vestígios que não são tão facilmente eliminados (terra revolta devido a foçadas) enquanto que o corço é uma animal mais leve e ágil, menos propenso de deixar marcas além de dejetos e pegadas. (Guo et al. 2017).

O IQA do javali aumentou ao longo dos três anos, e o ano de exploração foi o único no qual existiram indícios de corço, tal pode significar que a área é de baixo interesse alimentar para o lobo, podendo ser este um dos fatores que justifica a ausência de indícios deste animal.

Este método de amostragem, por transecto, pode ser pouco indicado na eficiência da deteção do lobo e suas presas uma vez que pelo método de armadilhagem fotográfica foi possível a deteção de lobo na área de estudo.

No entanto é prematuro aferir a potencialidade da área para albergar lobo devido à baixa quantidade de dados de presença de presas e à inexistência de indícios do próprio animal. Talvez no futuro, com os dados da armadilhagem fotográfica se consiga determinar o potencial da área como local de caça e território para esta espécie.

É de ter em consideração que há outros fatores de perturbação na área para os grandes mamíferos além da fragmentação e perturbação causada pelo parque, como sejam, a existência de muitos locais de

pastoreio, na sua maioria vedados, com influência na fragmentação do território, tal como a quase constante presença humana e a proximidade a localidades.

Não obstante, trabalhos como este são importantes devido à grande quantidade de dados recolhidos contínua e regularmente, que podem ser aplicados em estudos da população de lobo em Portugal. Refira-se como exemplo que antes da armadilhagem fotográfica utilizada por este programa de monitorização não existia nenhuma prova física da presença de lobo no Sabugal.

### **6.1.3 Aves**

#### **6.1.3.1 Aves em geral**

Em geral espera-se que o ano de pré construção, com menor perturbação e apresente valores mais altos de abundância e riqueza de aves em geral superiores ao ano de exploração, devido à inexistência de “Perturbação causada pelo PE”(Gonçalves 2012; Travassos et al. 2005b).

Usualmente a fase de pré construção é a fase da situação de referência, antes da colocação do parque, quando não há a perturbação dos aerogeradores. Mas, este estudo é referente ao sobreequipamento do parque com aerogeradores para além dos já existentes no parque anteriormente, ou seja, o ano de pré construção não é a situação de referência sem “perturbação causada pelo PE”, mas sim a situação de referência sem a perturbação de mais 6 aerogeradores. Neste contexto, esperava-se que a diferença entre o ano pré construção e exploração não fosse abismal, pois a diferença de perturbação é a equivalente ao acréscimo de mais 6 aerogeradores.

As diferenças entre as áreas controlo e parque são significativas, tanto no que respeita a abundância como à riqueza de aves em geral, verificando-se uma clara preferência das aves pela área controlo, isto pode indicar um possível afastamento criado pela presença do parque eólico. Esta suposição é foi mostrada pela variação obtida entre as comunidades no NMDS (Figura 5.10) que demonstrou que o ano de pré construção apresentou as menores variações entre as comunidades. A menor variação de comunidades na área controlo no ano de exploração também pode indicar que há preferência pela área controlo, uma vez neste ano é de esperar que haja menor perturbação em relação ao de construção, sendo consistente com os resultados da PERMANOVA em que o ano foi a variável mais explicativa, seguido da área. De notar que esta percentagem é muito baixa.

Os resultados verificados nas épocas fenológicas, com a reprodução com valores mais altos e o inverno com valores mais baixo de riqueza, abundância e diversidade, estão de acordo com o esperado uma vez que a comunidade presente na área de estudo é composta por espécies residentes e migradoras (BIOTA 2013; Cabral et al. 2006). No caso do fator habitat, a diferença entre os matos e as florestas aparenta ser a mais evidente, com menos semelhanças na composição das comunidades. Esta diferença poderá estar relacionada com a composição específica das espécies presentes e suas preferências naturais.

#### **6.1.3.2 Rapinas e outras planadoras**

Foi na época migração outonal que se verificaram valores mais elevados de riqueza e abundância de rapinas e outras planadoras, facto previsível devido à existência de um incremento da população residente com indivíduos migradores que permanecem apenas neste período. Contudo apenas as diferenças na riqueza verificadas entre a migração outonal e inverno foram significativas, provavelmente devido ao abandono, durante o inverno das espécies migradoras, e permanência apenas das residentes na área de estudo.

Houve uma preferência das aves pela área controlo nos anos de construção e exploração (abundância e riqueza média), contudo os modelos indicam que a abundância e riqueza globais são superiores no parque apesar destas diferenças não serem significativas, o poderá indicar que a presença do parque não afeta a escolha de uma área em detrimento de outra. Não houve, também uma segregação clara entre as áreas controlo e parque, como é demonstrado pela variação indicada pela PERMANOVA. Isto não significa que não existem efeitos para as aves decorrentes da presença do parque, mas apenas que a presença não causa perturbação e afastamento, e nem significa que o parque não tem impacto neste grupo de aves, como se pode observar pela elevada mortalidade das aves de grande porte.

Na área controlo as aves voaram na banda >30m e <130m, entre alturas do raio de ação do rotor (pás) dos aerogeradores, com risco de colisão mais elevado. Na área de parque, em geral a maioria das observações registadas foi na banda de risco mais baixa, mas na época de migração nos anos de pré construção e de construção as aves voaram na banda de altura com maior risco de colisão, o voo de risco pode explicar a mortalidade estimada ser alta. Figura 5.16

A análise da altura de voo nos diferentes anos de amostragem revelou uma tendência para o aumento do número médio de indivíduos na banda de altura de voo de menor risco (<30 e >130m) no ano de construção e de exploração dos aerogeradores o que pode significar que os indivíduos após a construção começaram a voar nas bandas de altura que apresentam menor risco de colisão. Contudo a diferença entre o número médio de indivíduos entre as bandas de altura com risco elevado e baixo é pouco marcada (0.5 indivíduos em média), pelo que se deve considerar que as aves apresentam um comportamento de voo de risco considerável.

#### 6.1.4 Quirópteros

A intensidade de vento e a temperatura são fatores que influenciaram a atividade de quirópteros, provavelmente devido à presença de presas e facilidade de voo como descrito por Arnett *et al.* 2009. O local controlo foi preferencial para os quirópteros, tal como os habitats de floresta (pinhal e folhosas) por serem mais abrigados. A área com maior número de passagens foi o pinhal da área de parque seguido dos matos da área controlo. Isto poderá indicar que a presença do parque não afeta a escolha de uma área em detrimento de outra, sob a condição de o habitat ser favorável. Mas tal não significa que não existem riscos acrescidos pela presença do parque, pois a mortalidade de quirópteros causada pelo parque eólico foi elevada comparativamente a outros grupos. Os quirópteros foram o grupo com a mortalidade observada mais elevada (4 em comparação aos outros grupos que verificaram valores de 0 a 2) e são o grupo com maior mortalidade real (no seu período de maior atividade).

A atividade dos quirópteros apresentou maior variação nos meses mais quentes, estes têm uma variação superior, em associação com o aumento de temperatura, e provavelmente, também maior disponibilidade de alimento. Em relação aos meses de maior atividade nota-se que os mais quentes têm uma variação superior, esta diferença é explicada pelo fator temperatura (maior temperatura mais alimento)(Arnett *et al.* 2008).

Foram observadas mais espécies nos meses de verão, o que pode ser explicado pela temperatura e pela presença de espécies migradoras. A maior riqueza de espécies ocorreu no ano de exploração, nas áreas de parque e controlo. Nos restantes anos a área de parque apresentou um número de espécies muito baixo, ainda que a diferença relativamente á área controlo não tenha sido significativa.

Tal como descrito na literatura verificou-se que a proximidade a linhas de água influencia a ocupação dos abrigos, pois as áreas próximas de linhas de água em geral mais atraentes para os insetos (Warren *et al.* 2000).

## 7. Perspetivas futuras /Considerações finais

A energia eólica deverá cobrir até cerca de 30% da demanda energética europeia até 2030 (IEA 2016b) e espera-se que os esforços do setor da exploração desta energia sejam direcionados para um melhor aproveitamento dos locais de implementação dos parques eólicos, associados a um menor impacto e a uma maior proteção das espécies.

A subespécie portuguesa de lobo ibérico está em perigo pelo que a sua preservação deve ser prioritária (Cabral et al. 2006; ICNF 2017c). À data de realização deste estudo, pensava-se que na zona da área de estudo exista uma alcateia, mas a sua presença nunca havia sido confirmada, sendo o conhecimento acerca desta espécie em Portugal ainda limitado (Torres & Fonseca 2016). Os EIA e relatórios de monitorização utilizam meios semelhantes de amostragem para aferir a presença do lobo e envolvem uma grande recolha de informação acerca do uso e distribuição desta espécie em território português ao mesmo tempo que permitem recolher mais informação de impactos de certas atividades.

Do mesmo modo, trabalhos como este são também contributos essenciais, por exemplo, para colmatar as lacunas de conhecimento sobre esta espécie, e obter respostas a perguntas como “o porquê da população do lobo não estar em expansão”. Refira-se como exemplo, a confirmação da presença de lobo no Sabugal, com base em armadilhagem fotográfica, decorrente deste projeto de monitorização).

Trabalhos como este são essenciais para a melhor compreensão das espécies de quirópteros e consequentes melhorias na sua conservação. Os quirópteros têm um papel fundamental no controlo das populações de insetos, consumindo milhares de toneladas anualmente, tendo um impacto enorme, não só na ecologia e biodiversidade, mas também na economia (Rainho *et al.* 1998). Pelo seu papel nos ecossistemas e na qualidade de vida humana, é importante zelar pela sua conservação (Hutson et al. 2001; Palmeirim and Rodrigues 1992).

Para além do seu papel intrínseco no ecossistema, as aves funcionam como bons indicadores do estado do ambiente, são bons indicadores de poluição e estado do habitat, entre outros. São também importantes em serviços de ecossistema como a polinização e dispersão de sementes bem como no controlo de populações de insetos e outros pequenos animais por se alimentarem destes. Pelo que também é necessário um esforço conservacionista para este grupo animal (Greenberg et al. 2000; Costanza et al. 2006; Gangoso et al. 2013).

Após os estudos de impacto ambiental e de monitorização e com base na a informação recolhida e para minimizar os impactos sobre a fauna e flora decorrentes do aproveitamento de energia eólica devem ser realizados trabalhos para avaliação das áreas de distribuição de espécies e movimentos de forrageamento bem como a sua intensidade, e a existência de corredores migratórios importantes e outros exemplos supramencionados. Estas informações pode ser importantes para incluir em modelos de avaliação de risco tais como os realizados por Santos *et al.* (2013) e Roscioni *et al.* (2013) e uso em de técnicas de minimização da mortalidade, como radares e diminuição da velocidade de arranque.

Os modelos de avaliação de risco consistem em avaliar a magnitude do risco das potenciais áreas de implementação de parques eólicos e desta forma identificar de forma promissora os locais com menos efeitos e impactos na vida selvagem. Para identificar as áreas altamente vulneráveis onde a construção de parques eólicos seria particularmente arriscada e a mortalidade elevada Santos *et al.* (2013) combinaram os modelos de distribuição das espécies em território nacional com dados de mortalidade retirados de relatórios, de EIA e de monitorização com as condições ecológicas das espécies. Por sua vez, Roscioni *et al.* (2013) trouxeram uma abordagem diferente à modelação de risco para países nos

quais os dados de mortalidade são praticamente inexistentes combinando modelos de distribuição de espécies com as localizações das turbinas avaliando os possíveis padrões de alteração do forrageamento causados pela colocação das turbinas.

De forma a minimizar acidentes e diminuir a mortalidade aves e quirópteros têm sido desenvolvidas formas de adaptação do funcionamento dos aerogeradores tais como a diminuição da velocidade de arranque dos aerogeradores para minimizar os acidentes com quirópteros e o *avian radar* que minimiza as colisões com aves.

De acordo com Arnett *et al.* (2009) e Arnett *et al.* (2013) aumentar a velocidade de arranque dos aerogeradores reduz a mortalidade de quirópteros em parques eólicos, pois maioria das fatalidades de quirópteros em parques eólicos ocorre durante condições de baixa velocidade do vento no verão tardio (late summer) e de atividade deste animal, descendo drasticamente a partir dos 4m/s. A “velocidade arranque”, isto é, a velocidade do vento à qual o aerogerador começa a funcionar e a gerar energia. Tipicamente situa-se no intervalo de velocidade entre 3,5 e 4 m/s dependendo do aerogerador. Arnett *et al.* (2013) demonstraram que modificando a velocidade de arranque dos usuais 3,5 - 4 m/s para 5,5- 7 m/s (um aumento de 1,5 a 3 m/s) as fatalidades de quirópteros reduzem em 53–87% em comparação aos aerogeradores com a comum velocidade de arranque. Paralelamente mostraram também que as perdas da modificação da velocidade de arranque na época de maior atividade significam uma perda de até 1% no output anual de energia final produzida.

Um estudo de mitigação, em Portugal, estimou que ao aumentar a velocidade de arranque a mortalidade reduziu de 1.6 quirópteros/turbina para 0.3 quirópteros/turbina, o que significa uma redução de 78,5% das mortes (LEA 2010).

Esta é, portanto, uma abordagem de minimização dos impactos de parques eólicos com grande potencialidade devido aos resultados positivos e com a baixa perda económica.

O Avian Radar é um Software desenvolvido pela NASA onde são utilizados radares para detetar a presença de aves até seis quilómetros de distância, avaliando a sua altitude, número e visibilidade, e determinando o risco em termos de colisão. Se o risco se verificar os aerogeradores desligam-se, e voltam a ligar apenas quando deixa de haver risco (Saidur *et al.* 2011). Dependendo da tecnologia estes radares podem atingir de 12 a 36 km de distância.

Ao longo do tempo tem-se registado um número cada vez menor de acidentes com aves em parques eólicos (Travassos *et al.* 2005a). Este facto tem uma relação causal com a evolução tecnológica dos aerogeradores, bem como o melhor estudo de colocação dos parques, maior cuidado no levantamento de dados de pré-construção e adaptação do funcionamento dos aerogeradores a condições de minimização de acidentes, com os exemplos supramencionados (*avian radar* e aumento da velocidade de arranque).

Daqui transparece mais uma vez a importância de dos EIA e relatórios de monitorização, pois fornecem dados que poderão ser usados para a modelação da distribuição e riscos para as espécies bem como para melhorias de design e avaliação das potenciais fontes de atração de quirópteros às turbinas. Designadamente, com base nos dados obtidos é possível perceber a utilização do espaço por parte das espécies potencialmente afetadas, e quais os fatores ou combinação destes (habitat, ocorrência de presas, temperatura, vento entre outros) que poderão contribuir para a mortalidade, e com esta informação encontrar e implementar medidas que minimizem os impactos previstos.

## **8. Análise crítica ao trabalho realizado no ano de estágio**

Terminado o estágio reflito sobre o resultado positivo que retiro desta experiência a nível académico e pessoal. Foi um projeto muito enriquecedor, pois acrescentou valor à minha experiência profissional. Este estágio ofereceu-me a possibilidade de conhecer o domínio da consultoria ambiental, bem como aprofundar os meus conhecimentos em Avaliação Ambiental (AIA e EIA), técnicas de campo e de tratamento de dados.

A realização do estágio em ambiente empresarial possibilitou a oportunidade de experimentar uma dinâmica típica de uma empresa e integrar numa equipa profissional fora do ambiente académico. O trabalho realizado ao longo do período de estágio teve um grande impacto nas minhas competências, permitindo-me adquirir novos conhecimentos, sedimentar e aprofundar aqueles já adquiridos ao longo do meu percurso académico.

A integração numa equipa de trabalho já definida foi facilitada pelos meus colegas de equipa e o excelente ambiente de trabalho foi essencial para a realização do trabalho e aquisição de competências em termos de autonomia e organização.

O trabalho de campo, incluindo o seu planeamento e preparação, foi das experiências mais enriquecedoras deste estágio, permitindo-me adquirir uma panóplia de aptidões e capacidades novas.

O tipo de empresa que é a BIOTA permitiu-me a participação em múltiplos projetos (não incluídos no presente descrito na dissertação) e no processo adquirir novas valências.

As dificuldades encontradas restringem-se ao facto de a presente dissertação ser a primeira do estilo no mestrado de Ecologia e Gestão Ambiental, tendo sido colmatadas pelo apoio dado pela minha equipa e orientadores. As dificuldades de execução do projeto prenderam-se com o facto de os dados apresentados serem relativos ao sobreequipamento do Parque Eólico do Sabugal. O impacto real do parque eólico não é descrito neste relatório devido a não se possuir os dados da situação de referência antes da implementação do projeto. O impacto real do Parque Eólico do Sabugal, devido ao elevado volume de dados e o tempo limitado do estágio, teria de ser realizado isoladamente numa outra dissertação. No geral retiro uma excelente experiência deste estágio e realço a importância de projetos como este e da possibilidade de utilização dos dados dos EIA e estudos de monitorização para projetos académicos ou outros de forma a minimizar os impactos causados pelo aproveitamento de energia eólica, uma das melhores alternativas atuais de geração de energia.

## 9. Bibliografia

- Ahlen, I. (2004). Wind turbines and bats — a pilot study. *A Report for the Swedish National Energy Association*, (December 2003), 1–5. <https://docs.wind-watch.org/Ahlen-windturbines-bats-2003.pdf>
- Amaral, S. M. D. S. (2009). *Análise comparativa da avaliação de impacto ambiental de parques eólicos em Portugal*. FCUL, Lisboa. Retrieved from file://nas01-biota/biblioteca/Parques Eólicos/Amaral\_2009.pdf
- Anderson, M. J., & Walsh, D. C. I. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, 83(4), 557–574. doi:10.1890/12-2010.1
- Anonymous. (2009). European Wind Energy Association EWEA and The Global Wind Energy Council GWEC; Wind Power Works: Global Wind Day Reaches Tens of Thousands of People. *Energy Business Journal*, 241. [http://search.proquest.com/docview/201726060?accountid=15300%5Cnhttp://sfx.cbuc.cat/upc?url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=unknown&sid=ProQ:ProQ%3Aengineeringjournals&atitle=European+Wind+Energy+Association+EWEA+and+The+Glo](http://search.proquest.com/docview/201726060?accountid=15300%5Cnhttp://sfx.cbuc.cat/upc?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=unknown&sid=ProQ:ProQ%3Aengineeringjournals&atitle=European+Wind+Energy+Association+EWEA+and+The+Glo)
- APA. (2017). Avaliação de Impacte Ambiental. <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=146>
- Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-durán, A., Rydell, J., et al. (n.d.). Impacts of Wind Energy Development on Bats : A Global Perspective, 295–323. doi:10.1007/978-3-319-25220-9
- Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-durán, A., Rydell, J., et al. (2016). Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. In *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world* (pp. 295–323). doi:10.1007/978-3-319-25220-9
- Arnett, E. B., Brown, W. K., Erickson, W. P., Fiedler, J. K., Hamilton, B. L., Henry, T. H., et al. (2008). Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. *Journal of Wildlife Management*, 72(1), 61–78. doi:10.2193/2007-221
- Arnett, E. B., Inkley, D. B., Johnson, D. H., Larkin, R. P., Manes, S., Manville, A. M., et al. (2007). *Impacts of Wind Energy Facilities on Wildlife and Wildlife Habitat*. *Wildlife Society Technical Review 07-2*. <http://shinenet.net/profiles/blogs/impacts-of-wind-energy-facilities-on-wildlife-and-wildlife>
- Arnett, E. B., Johnson, G. D., Erickson, W. P., & Hein, C. D. C. D. (2013). A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. *Conference on Wind Power and Environmental Impacts*, (March), 38. [http://www.batsandwind.org/pdf/Operational Mitigation Synthesis FINAL REPORT.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Operational%20Mitigation%20Synthesis%20FINAL%20REPORT.pdf)
- Arnett, E. B., Schirmacher, M., Huso, M. M. P., & Hayes, J. P. (2009). *Effectiveness of Changing Wind Turbine Cut-in Speed to Reduce Bat Fatalities at Wind Facilities: 2008 Annual Report. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative*. [http://www.batsandwind.org/pdf/curtailment\\_2008\\_final\\_report.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/curtailment_2008_final_report.pdf)
- Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J., & Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18(16), 695–696. doi:10.1016/j.cub.2008.06.029
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 51. doi:10.18637/jss.v067.i01

- Battisti, D. S., & Naylor, R. L. (2009). Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat. *Science*, 323(5911), 240–244. doi:10.1126/science.1164363
- Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F., D?rr, T., & Mammen, U. (2013). Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation*, 21(6), 394–400. doi:10.1016/j.jnc.2013.06.001
- BIOTA. (2013). *Parque Eólico do Sabugal – Estudo de monitorização das comunidades de aves, lobo, morcegos, flora e vegetação. 2º Ano Fase de Exploração.*
- Biota, L. (2013). Parque Eólico e Linha Elétrica do Sabugal – Sobreequipamento do – Programa de monitorização da Flora e Vegetação.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., & White, J.-S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 24(3), 127–35. doi:10.1016/j.tree.2008.10.008
- Boyles Paul M.; McCracken, Gary F.; Kunz, Thomas H., J. G. C., Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., & Kunz, T. K. (2011). Economic Importance of Bats in Agriculture. *Science*, 332(April), 41–42. doi:10.1126/science.1201366
- Braun-Blanquet, J., Conrad, H. S., & Fuller, G. D. (1933). Plant Sociology: the Study of Plant Communities. *Nature*, 132, 1–472. doi:http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.7161
- Cabral, M. J., Almeida, J., & Almeida, P. R. (2006). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. *Habitat*, 283–284.
- Carlton, J. S.; Perry-Hill R, Huber M.; Prokopy, L.S. (2015). The Climate change consensus extends beyond climate scientists. *Environmental Research Letters*, 10(9)
- CCDRC, Comissão de Coordenação e Direção Regional do Centro (2013). <http://www.ccdrc.pt/index.php?ltemid=110>
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Reusswig, F., Carlton, J. S., Perry-hill, R., et al. (2007). The influence of political ideology on trust in science Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. doi:10.1088/1748-9326/8/2/024024
- Costa, G., Cândido, A. T., Quaresma, S., Grilo, C., Costa, H., & Álvares, F. (2003). Plano de Monitorização de Fauna na área dos Parques Eólicos de Pinheiro e de Cabril. Ano I. *Relatório não publicado.*
- Costanza, R., Wilson, M., Troy, A., Voinov, A., Liu, S., & D’Agostino, J. (2006). The value of New Jersey’s ecosystem services and natural capital. ... and *The New Jersey ...*, (July), 177. doi:10.1016/j.jfe.2011.02.007
- Cryan, P. M., Gorresen, P. M., Hein, C. D., Schirmacher, M. R., Diehl, R. H., Huso, M. M., et al. (2014). Behavior of bats at wind turbines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(42), 15126–15131. doi:10.1073/pnas.1406672111
- Dresselhaus, M. S., & Thomas, I. L. (2001). Alternative energy technologies, 414(November).
- Drewitt, A. L., & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148, 29–42. doi:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x
- Ecorregions, R. (2017). Welcome to Ecoregions 2017. <https://ecoregions2017.appspot.com/>
- EDPREopváveis, S.A. (2016). <http://www.edpr.com/pt-pt>
- EEA. (2017). Digital Map of European Ecological Regions. *European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/dmeer-digital-map-of-european-ecological-regions>

- Eggleton, T. (2013). *A short introduction to climate change*. doi:10.1017/CBO9781139524353
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Young, Jr., D. P., Sernka, K. J., & Good, R. E. (2001). *Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States*. National Wind Coordinating Committee, Western EcoSystems Technology Inc. doi:10.2172/822418
- EUROBATS. (2016). Report of the IWG on Wind Turbines and Bat Populations Members, (April).
- Ewea. (2016). Wind in power - 2015 European statistics. *2015 European statistics., 2016*(February 13), The European Wind Energy Association. doi:http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind\_in\_power\_annual\_statistics\_2012.pdf
- FAO. (2017). FAO Cereal Supply and Demand Brief | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO*. http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/
- FARFÁN, M. Á., DUARTE, J., FA, J. E., REAL, R., & VARGAS, J. M. (2017). Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. *Bird Conservation International*, (January 2017), 1–9. doi:10.1017/S0959270916000460
- Fernandes, A. C., Guerra, M. D., Ribeiro, R., & Rodrigues, S. (2015). Relatório do Estado do Ambiente 2015. *Agência Portuguesa do Ambiente*, 206. doi:2183-119X
- Fernandes, R. F., Bastos, R., Pinhanc, A., Honrado, P., Travassos, P., Vicente, J. R., & Morinha, F. (2016). Evaluating the regional cumulative impact of wind farms on birds: how can spatially explicit dynamic modelling improve impact assessments and monitoring?, (8), 1330–1340. doi:10.1111/1365-2664.12451
- Flora-On. (2017). Flora-On. http://flora-on.pt/
- Gangoso, L., Agudo, R., Anadón, J. D., De la Riva, M., Suleyman, A. S., Porter, R., & Donázar, J. A. (2013). Reinventing mutualism between humans and wild fauna: Insights from vultures as ecosystem services providers. *Conservation Letters*, 6(3), 172–179. doi:10.1111/j.1755-263X.2012.00289.x
- Gonçalves, A. S. P. (2012). Aves e parques eólicos. *FCUP Dissertação de Mestrado*.
- Greenberg, R., Bichier, P., Angon, A. C., Macvean, C., Perez, R., & Cano, E. (2000). The impact of avian insectivory on arthropods and leaf damage in some Guatemalan coffee plantations. *Ecology*, 81(6), 1750–1755. doi:10.1890/0012-9658(2000)081[1750:TIOAIO]2.0.CO;2
- Guo, W., Cao, G. et al (2017). Population dynamics and space use of wild boar in a tropical forest, Southwest China. *Global Ecology and Conservation*, 11, 115–124. doi:10.1016/j.gecco.2017.04.005
- GWEC. (2016). Global Wind Report 2015 | Gwec. *Wind energy technology*, 75. http://www.gwec.net/global-figures/wind-energy-global-status/
- Hall, P. J. (2008). Energy storage: The route to liberation from the fossil fuel economy? *Energy Policy*, 36(12), 4363–4367. doi:10.1016/j.enpol.2008.09.041
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48(4). doi:10.1029/2010RG000345
- Heithaus, E. R. (1982). Ecology of Bats. *Ecology of bats*, 450. doi:10.1007/978-1-4613-3421-7
- Helldin, J. O., Jung, J., Neumann, W., Olsson, M., Skarin, A., & Widemo, F. (2012). *The impacts of wind power on terrestrial mammals*. SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY REPORT 6510. http://space.hgo.se/wpcvi/wp-content/uploads/import/pdf/Kunskapsdatabas\_miljo/20130506/The\_impacts\_of\_wind\_power\_on\_terrestrial\_mammals.pdf

- Hull, C. L., & Muir, S. (2010). Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. *Australasian Journal of Environmental Management*, 17(June), 77–87. doi:10.1080/14486563.2010.9725253
- Huso, M. M. P. (2011). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318–329. doi:10.1002/env.1052
- Hutson, A. M., Mickleburgh, S. P., Racey, P. A., & (comp.). (2001). Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. *IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.*, x + 258 pp. doi:10.4103/0250-474X.84603
- ICNB. (2010). *Avaliação do efeito dos parques eólicos sobre os morcegos em Portugal continental (análise dos dados disponíveis em Outubro de 2009)*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. file://nas01-biota/biblioteca/Parques Eólicos/ICNB\_2010.pdf
- ICNB, P. S. da R. N. 200. (2017). *Centaurea micrantha* subsp. *herminii*.
- ICNF. (2009). *Recomendações para Planos de Monitorização de Quirópteros em Parques Eólicos. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.*
- ICNF. (2017a). Zonas de Proteção Especial (ZPE) no Continente. <http://www.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000>
- ICNF. (2017b). Plano setorial da Rede Natura 2000 - Tipos de habitats naturais de interesse comunitário. *Instituto da conservação da Natureza e das Florestas.* <http://www.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000/resource/docs/rn-plan-set/hab>
- ICNF. (2017c). **ORIENTAÇÕES PARA MONITORIZAÇÃO DOS EFEITOS DE INFRA-ESTRUTURAS SOBRE O LOBO.**
- ICNF. (2017d). Diretrizes para a consideração de morcegos em programas de monitorização de Parques Eólicos em Portugal continental - Revisão 2017). *Instituto de Conservação da Natureza e Florestas, Lisboa.*
- IEA. (2016a). *Energy Policies of IEA Countries: Portugal.*
- IEA. (2016b). World Energy Outlook 2016. *International Energy Agency: Paris, France*, 28. doi:[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEB\\_WorldEnergyOutlook2015ExecutiveSummaryEnglishFinal.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEB_WorldEnergyOutlook2015ExecutiveSummaryEnglishFinal.pdf)
- Impacts, E., Committee, W. P., Projects, W. E., Isbn, C., Pdf, T., Press, N. A., & Academy, N. (2007). *Environmental Impacts of Wind-Energy Projects. National Academies Press online.* doi:10.17226/11935
- INEGI & APREN. (2014). Parques Eólicos em Portugal. [e2p.inegi.up.pt/relatorios/Portugal\\_Parques\\_Eolicos\\_201212.pdf](http://e2p.inegi.up.pt/relatorios/Portugal_Parques_Eolicos_201212.pdf)
- International Energy Agency. (2016). Energy and Air Pollution. *World Energy Outlook - Special Report*, 266. doi:10.1021/ac00256a010
- IPCC. (2014a). *IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* doi:10.1017/CBO9781107415324
- IPCC. (2014b). IPCC Fifth Assessment Synthesis Report-Climate Change 2014 Synthesis Report. *IPCC Fifth Assessment Synthesis Report-Climate Change 2014 Synthesis Report*, pages: 167.
- IUCN. (2015). IUCN Red List of Threatened Species. *Version 2015.3.* [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Jaber, S. (2013). Environmental Impacts of Wind Energy. *Journal of Clean Energy Technologies*, 1(3), 251–254. doi:10.7763/JOCET.2013.V1.57

- Karfakis, P., Lipper, L., & Smulders, M. (2012). The assessment of the socio-economic impacts of climate change at household level and policy implications. *Agricultural Development Economics Division FAO*, 133–150.
- Kent, M., & Coker, P. (2012). *Vegetation Description and Data Analysis; A practical approach*. Wiley-Black Well, Oxford, Reino Unido., 2a. Edición, 428.
- Korner-Nievergelt, F., Behr, O., Brinkmann, R., Etterson, M. A., Huso, M. M. P., Dalthorp, D., et al. (2015). Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass — a tutorial. *Wildlife Biology*, 21(1), 30–43. doi:10.2981/wlb.00094
- Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, 17(4), 350–363. doi:10.2981/10-121
- Krijgsveld, K. L., Akershoek, K., Schenk, F., Dijk, F., & Dirksen, S. (2009). Collision Risk of Birds with Modern Large Wind Turbines. *Ardea*, 97(3), 357–366. doi:10.5253/078.097.0311
- Kunz, T. H., Arnett, E. B., Cooper, B. M., Erickson, W. P., Larkin, R. P., Mabee, T., et al. (2007). Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. *The Journal of Wildlife Management*, 71(8), 2449–2486. doi:10.2193/2007-270
- Langston, R. H. W., & Pullan, J. D. (2003). Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues, (September), 58.
- LEA. (2010). Monitorização dos efeitos da Medida de Minimização de Mortalidade do Parque Eólico do Outeiro Relatório final. *Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*.
- Legendre, P., & Legendre, L. (1998). *Numerical Ecology - Second English Edition. Developments in Environmental Modelling*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Leung, D. Y. C., & Yang, Y. (2012). Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 1031–1039. doi:10.1016/j.rser.2011.09.024
- Lucas, M. de, Janss, G. F. E., & Ferrer, M. (2007). *Birds and wind farms: risk assessment and mitigation*. Madrid: Quercus. file://nas01-biota/biblioteca/Parques Eólicos/Lucas, Janss, Ferrer\_2007.pdf
- Madders, M., & Whitfield, D. P. (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis*, 148, 43–56. doi:10.1111/j.1474-919X.2006.00506.x
- May, R., Hoel, P. L., Langston, R., Dahl, E. L., Bevanger, K., Reitan, O., et al. (2010). *Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA Rapport*. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning. doi:ISSN: 1504-3312\nISBN: 978-82-426-2219-8
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2017). Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. *Global Greenhouse Gas Reference Network*. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., et al. (2010). *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: scenarios, results, policy options. Research reports IFPRI*. doi:10.2499/9780896291867
- Oksanen, J., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., & O'Hara, R. (2016). Vegan: community ecology package. *R package 2.3-3*. doi:10.4135/9781412971874.n145
- Omer, A. M. (2008). Energy , environment and sustainable development, 12, 2265–2300. doi:10.1016/j.rser.2007.05.001

- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and economic growth: Evidence from the economic community of West African States (ECOWAS). *Energy Economics*, 36, 637–637. doi:10.1016/j.eneco.2012.11.011
- Ozturk, I., Aslan, A., & Kalyoncu, H. (2010). Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries. *Energy Policy*, 38(8), 4422–4428. doi:10.1016/j.enpol.2010.03.071
- Palmeirim, J. M., & Rodrigues, L. (1992). Plano Nacional de Conservação dos Morcegos Cavernícolas. *Biologia*.  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Plano+Nacional+de+Conservaç+o+dos+Morcegos+Cavern+colas#0>
- Pamela A. Matson (Chair), S. U. (2010). *Advancing the Science of Climate Change. NAS - America's Climate Choices*. doi:10.1063/PT.3.1296
- Pedro, J., & Couto, A. (2007). Integração dos Projectos Eólicos com a Envolvente.
- PFR, P. for renewables. (2017). How Much Carbon Dioxide Does a Wind Turbine Save? *Developer and operator of onshore wind energy projects*.
- Preatoni, D. G., Tattoni, C., Bisi, F., Masseroni, E., D'Acunto, D., Lunardi, S., et al. (2012). Open source evaluation of kilometric indexes of abundance. *Ecological Informatics*, 7(1), 35–40. doi:10.1016/j.ecoinf.2011.07.002
- Pryor, S. C., & Barthelmie, R. J. (2010). Climate change impacts on wind energy : A review, 14, 430–437. doi:10.1016/j.rser.2009.07.028
- Rabaça, J. E. (1995). Métodos de censo de aves: aspectos gerais, pressupostos e princípios de aplicação. *Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA)*.
- R Core Team. (2016). R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org/>
- Ragheb, M. (2014). Components of wind machines ©.
- Reksten, S. S. (2016). The effect of a wind farm on native vegetation and area use of three cervid species. The Department of Ecology an Natural Resource Management.
- Roscioni, F., Russo, D., Di Febbraro, M., Frate, L., Carranza, M. L., & Loy, A. (2013). Regional-scale modelling of the cumulative impact of wind farms on bats. *Biodiversity and Conservation*, 22(8), 1821–1835. doi:10.1007/s10531-013-0515-3
- Saidur, R., Rahim, N. A., Islam, M. R., & Solangi, K. H. (2011). Environmental impact of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2423–2430. doi:10.1016/j.rser.2011.02.024
- Santos, H., Rodrigues, L., Jones, G., & Rebelo, H. (2013). Using species distribution modelling to predict bat fatality risk at wind farms. *Biological Conservation*, 157, 178–186. doi:10.1016/j.biocon.2012.06.017
- Sha, S., & Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO 2 emissions in OECD countries : A comparative analysis, 66, 547–556. doi:10.1016/j.enpol.2013.10.064
- Shah, M., & Tubiello, F. N. (2005). Socio-economic and climate change impacts on agriculture : an integrated assessment , 1990 – 2080, (October), 2067–2083. doi:10.1098/rstb.2005.1744
- Silva, G. (2011). Impacto dos parques eólicos em grandes mamíferos: o caso do Parque Eólico do Alto da Coutada, 15. <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/4745>
- Silva, M. J., Cassiano, S., Bispo, R., Costa, H., & Mascarenhas, M. (2008). Identificação das espécies mais vulneráveis à colisão com aerogeradores e das características eto-ecológicas que condicionam

- essa vulnerabilidade. In *11º Encontro Nacional de Biologia, SPECO, 21 e 22 de Novembro de 2008*. file://nas01-biota/biblioteca/Parques Eólicos/Silva et al.\_2008.pdf
- Simmons, J. A., Fenton, M. B., & O'Farrell, M. J. (1979). Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science*, *203*(4375), 16–21. doi:10.1126/science.758674
- Smallwood, K. S. (2007). Estimating Wind Turbine--Caused Bird Mortality. *Journal of Wildlife Management*, *71*(8), 2781–2791. doi:10.2193/2007-006
- Swift, S. M., Racey, P. A., & Avery, M. I. (1985). Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. Diet. *Journal of Animal Ecology*, *54*(1), 217–225. doi:10.2307/4632
- Thomson, R. C., & Harrison, G. P. (2015). Life cycle costs and carbon emissions of wind power. *ClimateXChange*.
- Tomé, R. A. (2003). Estudo de avaliação dos impactes do Parque Eólico de Vila do Bispo sobre a Avifauna: Relatório Final para a empresa Enerpro. *Relatório não publicado*.
- Torres, R. T., & Fonseca, C. (2016). Perspectives on the Iberian wolf in Portugal: population trends and conservation threats. *Biodiversity and Conservation*. doi:10.1007/s10531-016-1061-6
- Travassos, P., Costa, H. M., Saraiva, T., Tomé, R., Armelin, M., Ramírez, F. I., & Neves, J. (2005a). A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal., 1–35.
- Travassos, P., Costa, H. M., Saraiva, T., Tomé, R., Armelin, M., Ramírez, F. I., & Neves, J. (2005b). *A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal*. Lisboa. file://nas01-biota/biblioteca/Parques Eólicos/Travassos et al.\_2005.pdf
- Vincent, J. P., Gaillard, J. M., & Bideau, E. (1991). Kilometric Index as Biological Indicator for Monitoring Forest Roe Deer Populations. *Acta Theriologica*, *36*, 315–328.
- Warren, R. D., Waters, D. A., Altringham, J. D., & Bullock, D. J. (2000). The distribution of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) (Vespertilionidae) in relation to small-scale variation in riverine habitat. *Biological Conservation*, *92*(1), 85–91. doi:10.1016/S0006-3207(99)00062-2
- Wickramasinghe, L. P., Harris, S., Jones, G., & Jennings, N. V. (2004). Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, *18*(5), 1283–1292. doi:10.1111/j.1523-1739.2004.00152.x
- WWF. (2017). World Wild Life - Ecorregions. [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/ecoregions/mediterranean\\_forests\\_scrub.cfm](http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/mediterranean_forests_scrub.cfm)
- Yoccoz, N. G., Nichols, J. D., & Boulinier, T. (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, *16*(8), 446–453. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02205-4

## 10. Anexos

### 10.1 Anexo I- Elenco

Tabela 10.1 Espécies de aves de rapina e outras planadoras detetadas nos pontos de observação nos três anos e em ambas as áreas de amostragem (Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal) e IUCN Red List: LC – Pouco preocupante; DD – Informação insuficiente; NT – Quase ameaçado; NR – Não reconhecido; VU – Vulnerável; EN – Em perigo, CR – Criticamente em perigo (Cabral *et al.* 2006; IUCN 2015).

Espécie	Nome Comum	Estatuto de Conservação	Pré construção		Construção		Exploração		
			PE	CO	PE	CO	PE	CO	
<i>Accipiter nisus</i>	Gavião	LC		3	2	2		3	
<i>Aegypius monachus</i>	Abutre-preto	CR			1	2	4	8	
<i>Aquila pennata</i>	Águia calçada	NT	1	1					
<i>Buteo buteo</i>	Águia-de-asa-redonda	LC	6	2	2	1	3	2	
<i>Circus cyaneus</i>	Tartaranhão-azulado	VU*	2	1			1		
<i>Circus pygargus</i>	Tartaranhão-caçador	EN	7				2		
<i>Circaetus gallicus</i>	Águia-cobreira	NT					2	1	
<i>Ciconia ciconia</i>	Cegonha	LC					3		
<i>Falco tinnunculus</i>	Peneireiro	LC					3		
<i>Milvus milvus</i>	Milhafre-real	CR	7	9	9	4	6	13	
<i>Gyps fulvus</i>	Grifo	NT	2	10	4	6	29	29	
<i>Falco sp./A. nisus</i>	-/Gavião	-/LC					1		
<i>G. fulvus/A. monachus</i>	Grifo/Abutre-preto	NT/CR			1	1	11	15	
Nº total de espécies				6	6	6	6	11	7
Nº total de indivíduos				25	26	16	16	65	71

Tabela 10.2 Espécies de aves registadas nos pontos de escuta nos três anos e em ambas as áreas de amostragem. (Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal) e IUCN Red List: LC – Pouco preocupante; DD – Informação insuficiente; NT – Quase ameaçado; NR – Não reconhecido; VU – Vulnerável; EN – Em perigo, CR – Criticamente em perigo (Cabral *et al.* 2006; IUCN, 2015).

Espécie	Nome comum	Estatuto de conservação	0		1		2	
			Controlo	Parque Eólico	Controlo	Parque	Controlo	Parque
<i>Accipiter nisus</i>	Gavião	LC		2	1	2		
<i>Aegithalos caudatus</i>	Chapim rabilongo	LC		1	19	8	24	8
<i>Aegypius monachus</i>	Abutre preto	CR				2		2

<i>Alauda arvensis</i>	Laverca	LC			1	5	1	5
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz	LC	10	2	3	1	4	4
<i>Anthus campestris</i>	Petinha-dos-campos	LC					1	
<i>Anthus pratensis</i>	Petinha-dos-prados	LC	28	33	8	17	5	11
<i>Apus apus</i>	Andorinhão preto	LC	1				2	1
<i>Buteo buteo</i>	Bútio comum	LC	2	4		2	2	
<i>Carduelis cannabina</i>	Pintarroxo	LC	23	36	16	28	24	26
<i>Carduelis carduelis</i>	Pintassilgo	LC	9	4	9	6	8	3
<i>Carduelis chloris</i>	Verdilhão	LC	22	9	5	4	10	10
<i>Certhia brachydactyla</i>	Trepadeira-comum	LC	1		20	2	28	1
<i>Circus pygargus</i>	Tartaranhão-caçador	EN		3				3
<i>Cisticola juncidis</i>	Fuinha-dos-juncos	LC					3	
<i>Columba livia</i>	Pombo comum	LC			1			
<i>Columba palumbus</i>	Pombotorcaz	LC	9	5	5		10	1
<i>Corvus corax</i>	Corvo	NT		1	2			1
<i>Corvus corone</i>	Gralha preta	LC	48	18	16	13	19	5
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco	LC	12	1			19	8
<i>Cyanopica cyanus</i>	Charneco	LC	28	5	1	1	12	3
<i>Dendrocopos major</i>	Pica-pau-malhado-grande	LC	7	3	6		4	
<i>Elanus caeruleus</i>	Peneiro cinzento	LC				1		
<i>Emberiza calandra</i>	Trigueirão	LC	1	1				
<i>Emberiza cia</i>	Cia	LC	42	30	15	2	15	9
<i>Emberiza cirius</i>	Escrevedeira-de-garganta-preta	LC	4	2	8	1	3	1
<i>Emberiza hortulana</i>	Sombria	LC					1	1
<i>Erithacus rubecula</i>	Pisco-de-peito-ruivo	LC	86	74	21	6	30	4
<i>Falco subbuteo</i>	Ógea	VU					1	1

<i>Falco tinnunculus</i>	<b>Peneireiro</b>	LC				2		1
<i>Ficedula hypoleuca</i>	<b>Papa-moscas</b>	LC					1	
<i>Fringilla coelebs</i>	<b>Tentilhão</b>	LC	96	86	26	16	58	30
<i>Fringilla montifringilla</i>	<b>Tentilhão montês</b>	LC		2				
<i>Galerida cristata</i>	<b>Cotovia de poupa</b>	LC			2			3
<i>Galerida sp</i>	-	LC			6	11	4	25
<i>Galerida theklae</i>	<b>Cotovia-escura</b>	LC	56	47				1
<i>Garrulus glandarius</i>	<b>Gaio</b>	LC	29	14	17	6	20	3
<i>Gyps fulvus</i>	<b>Grifo</b>	NT			1	4		3
<i>Hippolais polyglotta</i>	<b>Felosa-poliglota</b>	LC					7	1
<i>Hirundo rustica</i>	<b>andorinha das chaminés</b>	LC				1		1
<i>Jynx torquilla</i>	<b>Torcicolo</b>	LC		1				
<i>Lanius meridionalis</i>	<b>Picanço-real</b>	LC	2	3	1	1		
<i>Lanius senator</i>	<b>Picanço barreteiro</b>	NT	2	1				
<i>Parus cristatus</i>	<b>Chapim de poupa</b>	LC					1	3
<i>Loxia curvirostra</i>	<b>Cruza bico comum</b>	VU				1		
<i>Lullula arborea</i>	<b>Cotovia-pequena</b>	LC	19	14	24	16	23	22
<i>Luscinia megarhynchos</i>	<b>Rouxinol</b>	LC	22	10			23	10
<i>Merops apiaster</i>	<b>Abelharuco</b>	LC	1				1	
<i>Miliaria calandra</i>	<b>Trigueirão</b>	LC			1	1	3	3
<i>Milvus migrans</i>	<b>Milhafre preto</b>	LC					1	
<i>Milvus milvus</i>	<b>Milhafre real</b>	LC			3	5		3
<i>Monticola solitarius</i>	<b>Melro-azul</b>	LC						1
<i>Motacilla alba</i>	<b>Alvéola-branca</b>	LC	4	3	3	3	4	5
<i>Muscicapa striata</i>	<b>Taralhão-cinzentos</b>	NT				1		
<i>Oenanthe oenanthe</i>	<b>Papa-figos</b>	LC		3				
<i>Oriolus oriolus</i>	<b>Chapim-carvoeiro</b>	LC	4	2			12	3
<i>Parus ater</i>	<b>Chapim-carvoeiro</b>	LC	1		1		8	3

<i>Parus caeruleus</i>	Chapim-azul	LC	72	45	33	6	37	7
<i>Parus cristatus</i>	Chapim-de-crista	LC			10	3	7	
<i>Parus major</i>	Chapim-real	LC	35	18	27	10	23	7
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	LC	12	9	1	1	6	
<i>Petronia petronia</i>	Pardal-francês	LC					2	
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rabirruivo	LC	4	7	1	2	3	2
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Felosa de Bonelli	LC					18	13
<i>Phylloscopus collybita</i>	Felosa-comum	LC	7	2	14	2	2	
<i>Phylloscopus ibericus</i>	Felosinha ibérica	LC	1	2				
<i>Phylloscopus sp.</i>	-	LC			1	1		
<i>Pica pica</i>	Pega Rabuda	LC	2				1	
<i>Picus viridis</i>	Peto-verde	LC	3		5	1	3	
<i>Prunella modularis</i>	Ferreirinha	LC				2	7	7
<i>Regulus ignicapilla</i>	Estrelinha-de-cabeçalistada	LC	4		9	3	4	1
<i>Saxicola torquata</i>	Cartaxo	LC	19	36	14	22	9	26
<i>Serinus serinus</i>	Milheirinha	LC	19	12	10	3	29	6
<i>Sitta europaea</i>	Trepadeira-azul	LC			11	2	7	2
<i>Streptopelia decaocto</i>	Rola-turca	LC	2	1	2		6	1
<i>Streptopelia turtur</i>	Rola-brava	LC	13	1			10	
<i>Sturnus unicolor</i>	Estorninho	LC	18	23	20	4	46	11
<i>Sylvia atricapilla</i>	Toutinegra-de-barrete-preto	LC	16	5	8	3	14	4
<i>Sylvia cantillans</i>	Toutinegra-carrasqueira	LC					13	8
<i>Sylvia communis</i>	Papa-amoras	LC					1	
<i>Sylvia melanocephala</i>	Toutinegra-de-cabeça-preta	LC	55	29	34	14	51	27
<i>Sylvia undata</i>	Toutinegra-do-mato	LC	11	33	23	20	36	22
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Carriça	LC	24	11	32	9	41	16

<i>Turdus merula</i>	<b>Melro</b>	LC	63	49	23	9	34	9
<i>Turdus philomelos</i>	<b>Tordo-pinto</b>	NT	2	2				1
<i>Turdus viscivorus</i>	<b>Tordoveia</b>	LC	1	1			1	
<i>Upupa epops</i>	<b>Poupa</b>	LC	1				5	
Nº total de espécies			50	49	48	49	63	57
Nº total de indivíduos			953	706	520	286	808	399

## 10.2 Anexo II – Espécies de quirópteros na área de estudo

Tabela 10.3 . . Espécies amostradas nos pontos de escuta por mês e por área de amostragem em 2013 (PE – Parque Eólico, C – Controle), respetivos Estatutos de Conservação segundo o Livro Vermelho dos Vertebrados (LVVP) (Cabral *et al.*, 2006) e identificação dos tipos de ocorrência (C – Confirmada, P– Possível).

	Espécies	Estatuto	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Março	
			PE	C	PE	C	PE	C	PE	C	PE	C	PE	C	PE	C	PE	C
Pré Construção	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	VU					C											
Pré Construção	<i>Myotis myotis</i>	VU	P		P		P											
Pré Construção	<i>Myotis blythii</i>	CR	P		P		P											
Pré Construção	<i>Myotis emarginatus</i>	DD			P		P		P									
Pré Construção	<i>Myotis bechsteinii</i>	EN			P		P		P									
Pré Construção	<i>Myotis daubentonii</i>	LC			P		P	C	P									
Pré Construção	<i>Myotis nattereri</i>	VU			P		P		P									
Pré Construção	<i>Myotis mystacinus</i>	DD			P		P		P									
Pré Construção	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC			P	P	P	P	P	P	P	P		P				
Pré Construção	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	LC	P		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P				
Pré Construção	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC			C		C		C	C	P	P	C					
Pré Construção	<i>Hypsugo savii</i>	DD			P				C									
Pré Construção	<i>Nyctalus leisleri</i>	DD			C		C	P	C					C				
Pré Construção	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	DD								P								
Pré Construção	<i>Nyctalus noctula</i>	DD								P								
Pré Construção	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	C		P			P										
Pré Construção	<i>Plecotus spp.</i>	-	C															
Pré Construção	<i>Barbastella barbastellus</i>	DD			C		C		C									
Pré Construção	<i>Miniopterus schreibersii</i>	VU	P					P	P		P	P	P	P				
Pré Construção	<i>Tadarida teniotis</i>	DD								C								
Construção	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC												P		C		



### 10.3 Anexo III- Resultados detalhados da estimativa da mortalidade

Tabela 10.4 Estimativas de mortalidade de aves de grande porte (g.p.), médio porte (m.p.) e pequeno porte (p.p.) dimensão e quirópteros para os diferentes níveis de fuga de animais feridos e de eficácia de cobertura da área de prospeção, para cada um dos modelos de estimação utilizados (Huso, 2010 e Korner-Nievergelt *et al.*, 2011).(\*- cenário que considera que todas as aves que colidem com o aerogerador caem na área de prospeção, eficácia de cobertura da área de prospeção é de 100% e não há fuga de animais)

Época	Grupo	Nível de proporção de fuga de animais feridos (%)	Nível de eficácia da cobertura da área de prospeção (%)	Estimativa da mortalidade real					
				Modelo Huso		Modelo Korner			
				mínimo	máximo	mínimo	máximo		
Inverno	Aves de g.p	0	*	0	2	0	2		
		0	25	0	37	0	36		
			50	0	18	0	17		
			75	0	11	0	11		
			100	0	8	0	7		
			5	25	0	39	0	38	
		50		0	19	0	18		
		75		0	12	0	11		
		100		0	8	0	8		
		10	25	0	42	0	40		
			50	0	20	0	19		
			75	0	12	0	12		
			100	0	9	0	8		
		15	25	0	44	0	42		
			50	0	21	0	20		
			75	0	13	0	13		
			100	0	9	0	9		
			Aves p	0	*	1	1	1	8

		0	25	3	72	3	76
			50	2	35	2	36
			75	1	22	1	23
			100	1	16	1	17
		5	25	3	76	4	80
			50	2	37	2	38
			75	1	23	1	25
			100	1	17	1	18
		10	25	4	81	4	84
			50	2	39	2	41
			75	1	25	1	26
			100	1	18	1	19
		15	25	4	85	4	90
			50	2	41	2	43
			75	1	27	1	28
			100	1	13	1	20
	<b>Aves p.p.</b>	0	*	0	3	0	2
		0	25	0	29	0	24
			50	0	13	0	11
			75	0	8	0	6
100			0	6	0	4	
5		25	0	31	0	25	
		50	0	14	0	11	
		75	0	9	0	7	
		100	0	6	0	5	
10		25	0	32	0	26	
		50	0	15	0	12	
		75	0	9	0	7	
		100	0	6	0	5	
15		25	0	34	0	28	
	50	0	16	0	13		

			75	0	10	0	8
			100	0	7	0	5
	<b>Quiróptero</b>	0		0	5	0	3
		0	25	0	29	0	20
			50	0	13	0	9
			75	0	8	0	5
			100	0	6	0	3
		5	25	0	30	0	21
			50	0	14	0	9
			75	0	9	0	6
			100	0	6	0	4
		10	25	0	32	0	22
			50	0	15	0	10
			75	0	9	0	6
			100	0	6	0	4
		15	25	0	34	0	24
			50	0	16	0	11
			75	0	10	0	6
	100		0	7	0	4	
	<b>Migração Outonal</b>	<b>Aves de g.p</b>	0	*	0	2	0
0			25	0	37	0	36
			50	0	18	0	17
			75	0	11	0	11
			100	0	8	0	7
5			25	0	39	0	38
			50	0	19	0	18
			75	0	12	0	11
			100	0	8	0	8
10			25	0	42	0	40
			50	0	20	0	19
			75	0	12	0	12

			100	0	9	0	8	
		15	25	0	44	0	42	
			50	0	21	0	20	
			75	0	13	0	13	
			100	0	9	0	9	
			0	*	2	10	2	11
	<b>Aves de m.p.</b>	0	25	9	94	9	99	
			50	4	45	5	48	
			75	3	29	3	31	
			100	2	21	3	22	
			5	25	9	99	9	104
		50		5	48	5	50	
		75		3	31	3	33	
		100		3	22	3	24	
		10	25	9	105	10	110	
			50	5	51	5	53	
			75	3	33	4	35	
			100	3	24	3	25	
		15	25	10	111	10	117	
			50	5	54	5	57	
			75	4	35	4	37	
			100	2	18	3	27	
		<b>Aves p.p.</b>	0	*	1	7	1	5
			0	25	2	55	2	45
				50	1	26	1	21
				75	1	16	1	13
				100	1	11	1	9
			5	25	3	58	2	47
				50	1	27	1	22
				75	1	17	1	14
				100	1	12	1	10

		10	25	3	61	2	50
			50	1	29	1	24
			75	1	18	1	15
			100	1	13	1	10
		15	25	3	65	2	53
			50	1	31	1	25
			75	1	20	1	16
			100	1	14	1	11
	<b>Quiróptero</b>	0	*	1	10	1	6
		0	25	2	54	2	38
			50	1	26	1	17
			75	1	16	1	11
			100	1	11	1	7
		5	25	3	57	2	40
			50	1	27	1	19
			75	1	17	1	11
			100	1	12	1	8
		10	25	3	60	2	42
			50	1	29	1	20
			75	1	18	1	12
100			1	13	1	8	
15		25	3	64	2	45	
		50	1	31	1	21	
		75	1	19	1	13	
	100	1	14	1	9		
<b>Reprodução</b>	<b>Aves de g.p</b>	0	*	2	11	2	10
		0	25	12	134	11	122
			50	6	65	6	59
			75	4	42	4	38
			100	3	31	3	28
		5	25	13	141	11	128

			50	6	69	6	63	
			75	4	45	4	41	
			100	3	33	3	30	
		10	25	13	149	12	136	
			50	7	73	6	66	
			75	5	47	4	43	
			100	4	35	3	31	
		15	25	14	158	13	144	
			50	7	77	7	70	
			75	5	50	4	46	
			100	4	37	3	34	
		<b>Aves de m.p.</b>	0	*	1	8	1	7
			0	25	3	79	3	71
				50	2	38	2	34
				75	1	24	1	22
				100	1	18	1	16
	5		25	4	83	3	75	
			50	2	40	2	36	
			75	1	26	1	23	
			100	1	19	1	17	
	10		25	5	88	3	79	
			50	2	43	2	38	
			75	1	27	1	24	
			100	1	20	1	18	
	15		25	4	93	4	84	
			50	2	45	2	41	
			75	1	29	1	26	
			100	1	21	1	19	
<b>Aves p.p.</b>	0		*	0	4	0	3	
	0		25	0	34	0	30	
			50	0	16	0	14	

			75	0	10	0	9
			100	0	7	0	6
		5	25	0	36	0	32
			50	0	17	0	15
			75	0	11	0	9
			100	0	7	0	6
		10	25	0	38	0	34
			50	0	18	0	16
			75	0	11	0	10
			100	0	8	0	7
		15	25	0	41	0	36
			50	0	19	0	17
			75	0	12	0	11
			100	0	9	0	7
	<b>Quiróptero</b>	0	*	5	18	4	16
		0	25	17	96	15	84
			50	9	46	8	40
			75	6	29	6	25
			100	5	21	5	18
		5	25	17	101	15	89
			50	9	49	8	42
			75	6	31	6	27
			100	5	22	5	19
		10	25	18	107	16	94
			50	10	52	9	45
			75	7	33	6	29
			100	5	24	5	20
		15	25	19	113	17	100
			50	10	55	9	48
			75	7	35	6	31
			100	6	25	5	22



## 10.4 Anexo IV- Pontos dos testes de remoção realizados em 2017 no parque de Penamacor

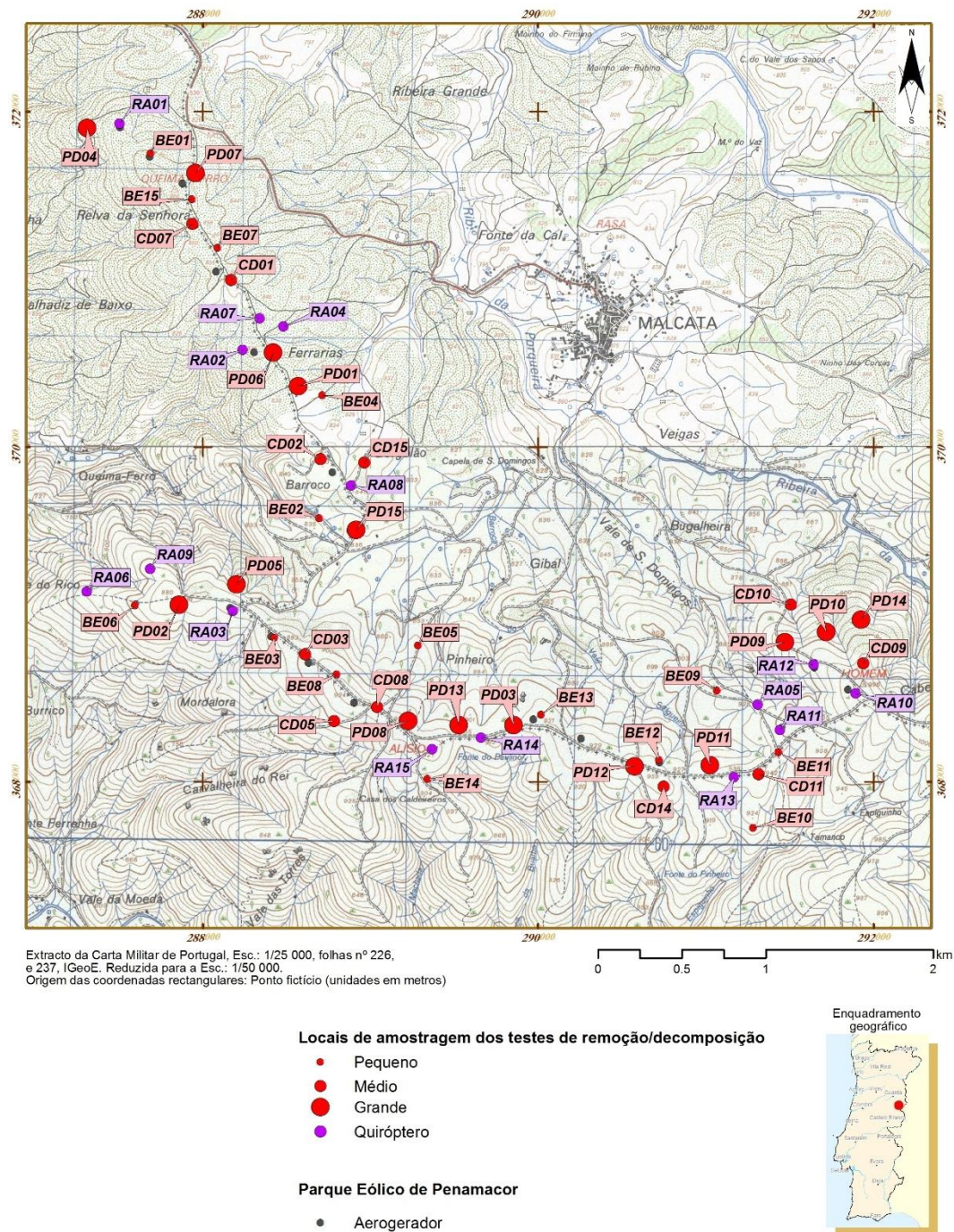


Figura 10.1 Mapa da localização dos pontos dos testes de remoção realizados no parque de Penamacor em 2017. Mapa elaborado pela BIOTA, dados não publicados.