

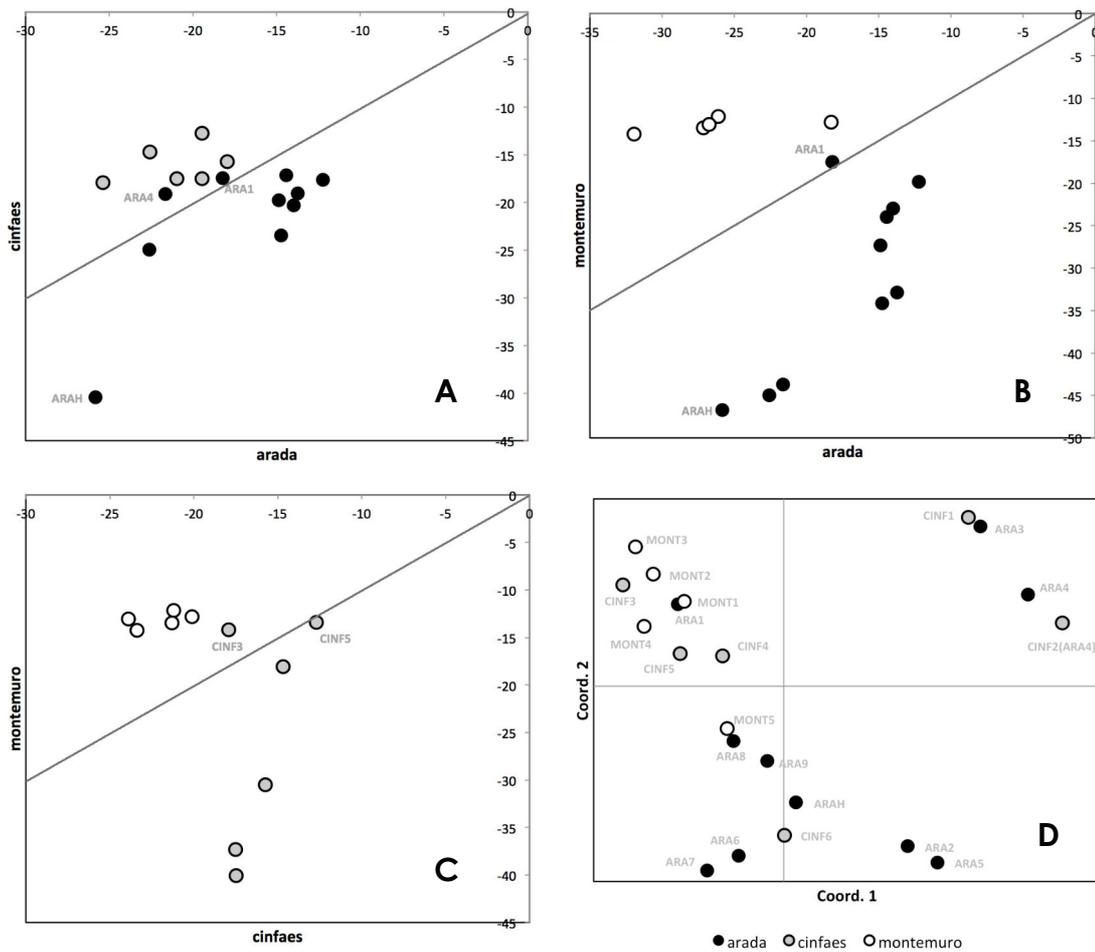
### 5.4.2. Diferenciação e diversidade genética nas alcateias

As alcateias de Cinfães e Montemuro ocorrem no mesmo maciço montanhoso da Serra de Montemuro. Relativamente ao território da alcateia de Arada, o território destas duas alcateias situa-se do lado oposto do vale do Rio Paiva. Por esta razão, seria de esperar uma maior proximidade (e fluxo genético) entre as alcateias de Cinfães e Montemuro. Contudo, com base nos dados acumulados ao longo dos últimos quatro anos, a alcateia de Cinfães parece ser geneticamente mais aparentada com a alcateia de Arada (Tabela 24). Com efeito, os indivíduos da alcateia de Cinfães são, em média, geneticamente mais distantes (índice  $F_{ST}$ ) dos indivíduos da alcateia de Montemuro ou, de outra forma, apresentam um maior nível de identidade (índice de identidade de Nei) com os indivíduos da alcateia de Arada.

**Tabela 24.** Relações de proximidade genética entre indivíduos das três alcateias. Abaixo da diagonal: distâncias genéticas (índice  $F_{ST}$ ) médias entre indivíduos. Acima da diagonal: identidade genética (índice de Nei) média entre indivíduos. \* - inclui indivíduo híbrido (ARAH).

Alcateia	Arada	Cinfães	Montemuro
Arada*		0,912	0,772
Cinfães	0,033		0,841
Montemuro	0,089	0,069	

Por outro lado, em termos genéticos, os indivíduos da alcateia de Cinfães parecem ocupar uma posição intermédia entre as alcateias de Arada e Montemuro. Esta posição coincide portanto com o esperado, dada a posição geográfica desta alcateia. Os testes de atribuição realizados entre pares de populações revelam ser mais fácil discriminar entre indivíduos das alcateias de Arada e de Montemuro, do que entre qualquer uma destas alcateias e a alcateia de Cinfães (figura 31, A a C). À exceção do indivíduo Ara1, todos os indivíduos das alcateias de Arada e Montemuro são claramente atribuídos às suas alcateias de origem. O mesmo não ocorre nas restantes comparações. Este padrão é também evidente quando os genótipos são ordenados num diagrama bidimensional que resume as suas relações de similaridade genética (figura 31, D). Enquanto os indivíduos da alcateia de Cinfães ocupam todo o espaço multidimensional, os indivíduos de Arada e Montemuro parecem ser melhor separados no diagrama.



**Figura 31.** Diagramas de atribuição (*assignment*) de indivíduos entre pares de alcateias (A a C). A Diagonal representa pontos com igual probabilidade de atribuição às duas alcateias. Quanto maior o valor da coordenada num eixo, maior a probabilidade de atribuição a uma determinada alcateia. Diagrama bidimensional resultante da análise de coordenadas principais (PCoA) efetuada sobre o conjunto de genótipos identificados ao longo dos quatro últimos anos.

A relação mais próxima entre as alcateias de Arada e Cinfães é concordante com o facto de que o único indivíduo a ser amostrado no território de duas alcateias ter sido o indivíduo Ara4-Cinf2. Este indivíduo foi amostrado em Fevereiro de 2012 no território da alcateia de Arada e, em Agosto do mesmo ano, foi detetado a cerca de 13 Km de distância (em linha reta) no território da alcateia de Cinfães. Este dado é importante pois permite confirmar a possibilidade de circulação de indivíduos entre alcateias.

Não se verificam diferenças substanciais entre alcateias (Tabela 24) ao nível da riqueza alélica ( $A_r$ ) ou da heterozigotia ( $H_{Obs}$  e  $H_{Exp}$ ), não obstante o maior número de genótipos amostrados para a alcateia de Arada. Por outro lado, o número de alelos privados foi muito superior para esta alcateia do que para as

restantes. Como será discutido mais adiante, esta discrepância no número de alelos privados poderá estar relacionada com a natureza híbrida do indivíduo ARAH.

Para as três alcateias estudadas, os indivíduos não apresentam, em média, níveis elevados de grau de parentesco (*relatedness*). No caso das alcateias de Arada e Cinfães este valor é negativo e não é significativamente diferente de 0. No caso de Montemuro, o valor é positivo e significativo, no entanto o valor é baixo (inferior a um nível de 0,25, que seria o valor esperado, por exemplo, entre primos diretos). Contudo, todas as alcateias apresentam valores de coeficiente de consanguinidade ( $F_{IS}$ ) significativamente negativos e com valores absolutos muito elevados (Tabela 25). Estes valores são acompanhados por um excesso de heterozigotia que é significativo para o caso da alcateia de Montemuro. Estes valores de  $F_{IS}$  e heterozigotia podem resultar de duas situações igualmente preocupantes: como resultado de um baixo tamanho efetivo das alcateias ou como consequência de hibridação recente entre populações distintas (Allendorf & Luikart, 2009).

**Tabela 25.** Índices de diversidade genética para as três alcateias. São apresentados: o número de genótipos diferentes identificados; a riqueza alélica ( $A_r$ ) estimada por rarefação, para  $N=5$ ; o número total (e médio por marcador) de alelos privados ( $A_{PRIV}$ ); a heterozigotia observada ( $H_{OBS}$ ) e esperada ( $H_{EXP}$ , rectificada segundo Nei); o coeficiente de consanguinidade ( $F_{IS}$ ) e o índice (QGM) de parentesco (*relatedness*) de Queller and Goodnight (1989). \* - inclui indivíduo híbrido Arah.

Alcateia	Genótipos	$A_r$	$A_{PRIV}$	$H_{OBS}$	$H_{EXP}$ (Nei)	$F_{IS}$	QGM
Arada*	10	3,74	22 (0,84)	0,628	<b>0,604</b>	<b>-0,49</b>	-0,015
Cinfães	6	3,42	6 (0,15)	0,616	0,603	<b>-0,54</b>	-0,061
Montemuro	5	3,32	4 (0,23)	0,635	0,551	<b>-0,64</b>	<b>0,169</b>

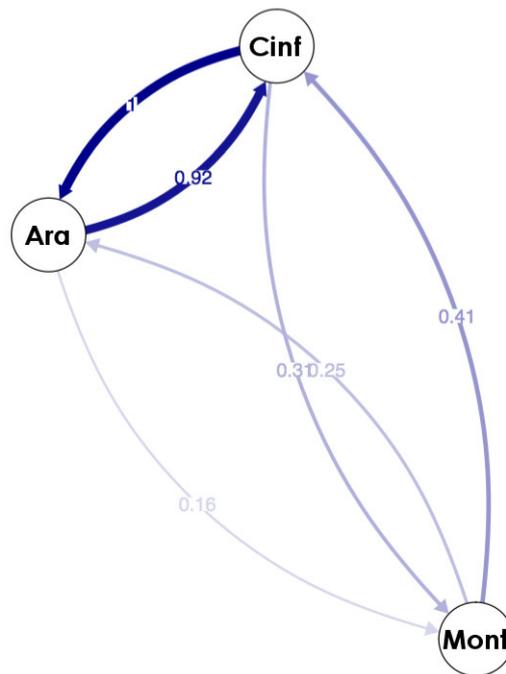
Nota: valores significativos assinalados a negrito e itálico.

No caso das alcateias de Cinfães e Montemuro, não há evidências de hibridação. Sendo este parâmetro um indicador do nível de variabilidade genética existente nas alcateias, um baixo tamanho populacional efetivo poderá ser indicativo de alcateias em estado crítico de conservação. Convém salientar que, no caso da Alcateia de Cinfães, mesmo o fluxo confirmado de indivíduos entre as duas alcateias parece não ser suficiente para contrariar este efeito. Este resultado não é contudo surpreendente, já que o fluxo de indivíduos entre territórios de diferentes alcateias não é garantia de fluxo de genes. Para haver fluxo genético, teria que ocorrer reprodução do indivíduo migrante na população de destino.

### 5.4.3. Migração e fluxo genético entre alcateias

A evidência mais robusta de migração entre alcateias foi a detecção de perfis genéticos individuais idênticos (e portanto correspondentes a um mesmo genótipo) nos territórios de duas alcateias distintas. Lembramos que, apesar de não ser impossível a probabilidade de partilha de um genótipo idêntico por dois indivíduos distintos – estimada de forma muito conservativa – foi de 1 em 277.800 indivíduos. De forma ainda mais objectiva, a probabilidade de ocorrência de um genótipo idêntico a Cinf2 (idêntico a Ara4, mas com dados em falta para três marcadores) é de  $3,4 \times 10^{-18}$ . Consideramos que é portanto seguro confirmar que se trata do mesmo indivíduo.

Contudo, como referido anteriormente, a migração de indivíduos não pressupõe necessariamente fluxo de genes entre as alcateias. Por essa razão, efetuamos uma análise para estimativa do fluxo genético entre alcateias. Os resultados (Figura 32) sugerem a existência de fluxos bidirecionais entre pares de alcateias. Os resultados sugerem ainda um maior fluxo genético entre as alcateias de Arada e Cinfães e um menor fluxo entre Arada e Montemuro, concordante com as relações de distância genética apresentadas acima. Contudo, não foi identificado nenhum fluxo migratório relativo significativo entre populações, ou seja, não foi detectado nenhum fluxo direcional significativamente maior de uma população para outra. Estes resultados sugerem um de dois cenários possíveis: ou o fluxo genético entre pares de populações é efetivamente balanceado, apresentando um saldo líquido não significativamente diferente de zero; ou não existe fluxo genético real, podendo estes resultados ser fruto de um artefacto da análise. A quantidade de dados disponíveis é contudo insuficiente para clarificar esta situação. Em resumo, com base nos dados recolhidos, pudemos confirmar a ocorrência de fluxo de indivíduos entre os territórios das alcateias (pela ocorrência de um mesmo indivíduo – Ara4 - Cinf2 - no território da alcateia da Arada e da alcateia de Cinfães), mas não o fluxo de genes entre as alcateias. Não obstante, os baixos valores de parentesco entre os indivíduos de uma mesma alcateia poderão ser resultado da participação de indivíduos não relacionados na reprodução.



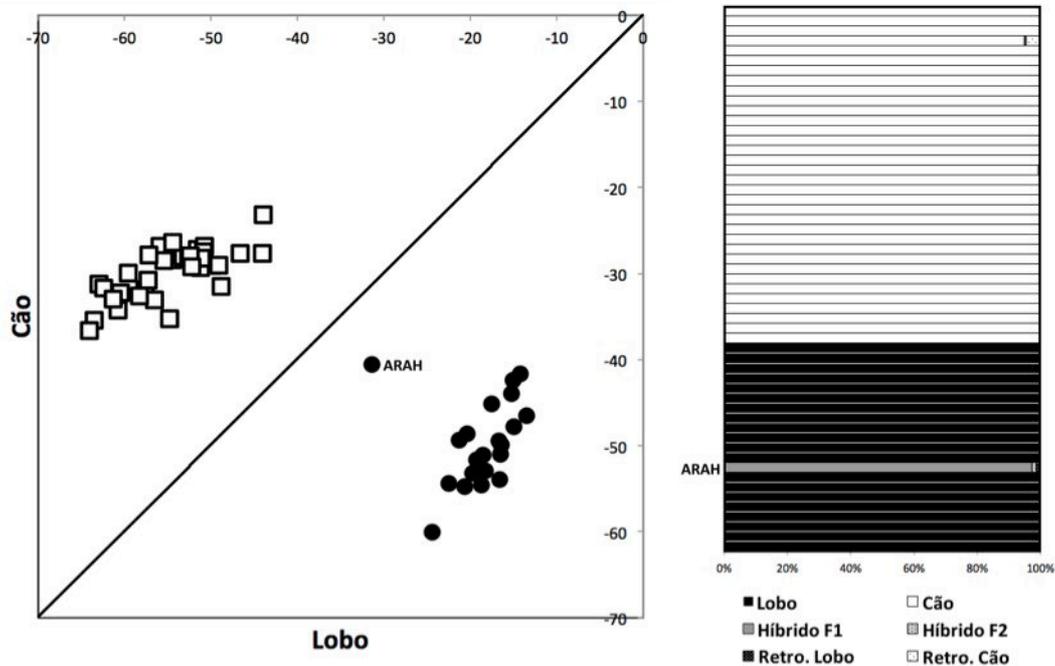
**Figura 32.** Diagrama de migração entre as alcateias, estimado com base no parâmetro Nm (Alcala et al, 2014). São representados os fluxos migratórios relativos (de genes) entre populações. Nenhum dos fluxos migratórios relativos representados se revelou significativo, após um teste de *bootstrap* com 50.000 iterações.

#### 5.4.4. Confirmação de hibridação com cão doméstico

Como referido anteriormente, a determinação da origem dos excrementos tendo por base a linhagem mitocondrial foi complementada com a análise do marcador DBAR1. Até ao momento, para praticamente todos os excrementos analisados com sucesso, os resultados obtidos com o marcador mitocondrial foram concordantes com os resultados obtidos com o marcador DBAR1. Apenas no caso do juvenil encontrado morto no território da alcateia de Arada houve discordância nos resultados obtidos com os dois marcadores. Com base num conjunto de análises genéticas subsequentes foi possível confirmar que este indivíduo é muito provavelmente um híbrido resultante de um cruzamento entre lobo ibérico e cão doméstico (figura 33). Para além deste indivíduo (ARAH) surgir entre os restantes genótipos de lobo ibérico e de cão doméstico no diagrama de atribuição (figura 33-A), o indivíduo em questão apresenta uma probabilidade superior a 97% de corresponder a um híbrido de primeira geração entre as duas populações parentais: lobo ibérico e cão doméstico.

Assim, e apesar da hibridação entre cão doméstico e lobo já ter sido registada no norte de Portugal (Godinho et al. 2011), este constitui o primeiro registo confirmado de hibridação na área de estudo. Contudo, é importante referir que em 2008 foi

relatado um caso na área de estudo cuja determinação da origem tendo por base o marcador nuclear DBAR1 diferiu da determinação tendo por base a linhagem mitocondrial (Roque et al. 2008).



**Figura 33.** (A) Diagrama resultante do teste de atribuição (*assignment*) de cães domésticos e lobos amostrados na área de estudo, a cada uma das populações putativas de origem. Quanto mais negativo o valor da coordenada do eixo vertical (ou horizontal), maior a probabilidade de ser lobo (ou cão doméstico). (B) Probabilidade de atribuição de cada indivíduo a cada uma das classes parentais (lobo e cão) ou híbrida. Cada barra horizontal corresponde a um indivíduo. \* - ARAH – juvenil encontrado morto no território da Alcateia de Arada.

A suspeita de que o indivíduo ARAH poderia ser um híbrido foi originada pela presença de um alelo atípico para lobo ibérico para o marcador DBAR1. O alelo detetado neste indivíduo não correspondia nem ao alelo mais comum para lobo ibérico, com uma frequência de 95%, nem a nenhum dos alelos mais raros conhecidos nas populações ibéricas. As suspeitas foram confirmadas após a análise comparativa entre o genótipo deste indivíduo, os restantes genótipos de lobo encontrados na região e um conjunto de genótipos de cão doméstico, também da região.

Além das evidências já apresentadas, obteve-se um novo conjunto de resultados que auxiliam na confirmação da natureza híbrida deste indivíduo. Em primeiro lugar, o elevado número de alelos privados na alcateia de Arada é em, grande medida, resultado da presença do indivíduo ARAH. Este indivíduo apresenta alelos privados em 15 marcadores e, destes, pelo menos 6 não são partilhados com os outros indivíduos da alcateia de Arada. Por outro lado, este número de alelos privados é claramente dissonante do número máximo de alelos privados para o

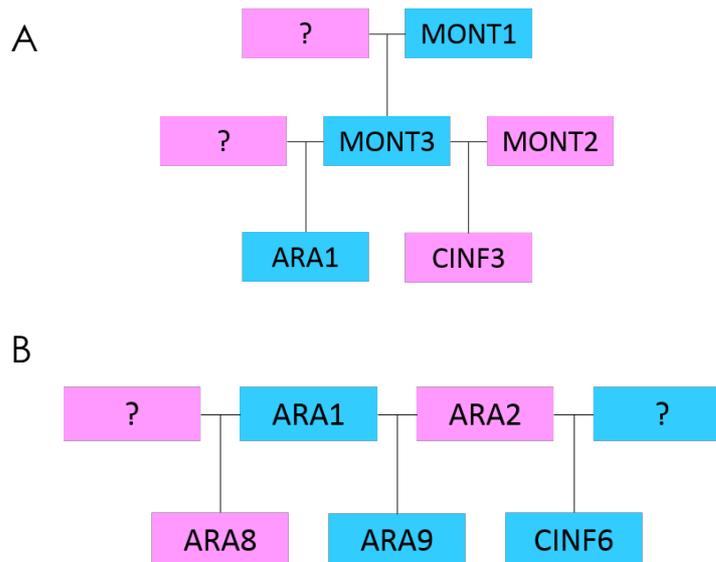
segundo genótipo com mais alelos privados (4) e, também, da média de 1,2 alelos privados para os restantes indivíduos das três alcateias. Em segundo lugar, apenas a alcateia de Arada apresenta um excesso significativo de heterozigotia face ao esperado de acordo com as condições de equilíbrio de Hardy-Weinberg. Um resultado deste género é esperado em casos de presença de *pools* genéticos distintos numa mesma população, nomeadamente em casos de hibridação entre populações distintas. O facto de este desvio ser detetado em Arada e não nas outras alcateias reforça a hipótese de hibridação.

#### 5.4.5. Filiações biológicas

A tentativa de construção de filiações biológicas é relevante no âmbito deste trabalho pois permite perceber melhor a dinâmica das alcateias. Contudo, a reconstrução de filiações biológicas, a partir da análise de amostras não invasivas, assenta num conjunto de pressupostos que devem ser apresentados de forma clara: (1) os genótipos amostrados em anos anteriores deverão corresponder a indivíduos existentes na população e os genótipos amostrados em anos subsequentes mais provavelmente corresponderão a indivíduos que entraram mais recentemente na população; (2) na pesquisa por relações de filiação, o genótipo amostrado primeiro deverá corresponder ao progenitor, e o amostrado posteriormente deverá corresponder à cria; (3) se para um determinado genótipo amostrado num ano é estabelecida a relação de filiação biológica com indivíduos previamente amostrados, então poderá corresponder a uma cria gerada nesse ano. Estas assunções partem do pressuposto, não verificável, de que a sequência cronológica de amostragem dos genótipos está correlacionada com a idade dos indivíduos correspondentes. Por esta razão, consideramos que a reconstrução de filiações de forma plausível deve obedecer a dois critérios: (a) as filiações identificadas devem apresentar um nível de significância elevado (95%); (b) devem corresponder a trios completos envolvendo os dois progenitores e a cria.

Apesar de termos tentado encontrar relações de filiação entre os indivíduos amostrados, inclusive entre indivíduos de diferentes alcateias, não conseguimos reconstruir nenhuma filiação biológica a um nível de significância que consideramos adequado (95%) face às assunções necessárias. Apenas foi possível reconstruir algumas possíveis relações de filiação a um nível de significância inferior (80%), que apresentamos apenas a título ilustrativo (figura 34) e que devem ser interpretadas de forma cautelosa. Em vários casos, as relações de filiação reconstruídas para indivíduos amostrados no Ano I e no Ano IV, não nos permitem inferir com certeza o sentido da filiação. Isto é: a partilha de 50% dos alelos, esperada entre progenitor e cria é bidirecional e, sem acesso a mais informação, não é possível saber quem é

progenitor e quem é cria. Apesar de não ser possível reconstruir com um grau de confiança adequado as relações de filiação, os diagramas sugerem um padrão interessante face aos resultados apresentados anteriormente. Esse padrão apresenta possíveis níveis de parentesco elevados entre indivíduos de alcateias diferentes. Este padrão foi corroborado através de análises entre pares de indivíduos, utilizando índices de parentesco (*relatedness*). Os níveis de parentesco elevado, sugerem a possibilidade de fluxo genético entre alcateias.



**Figura 34.** Diagramas de relações de filiação biológica entre indivíduos das alcateias de Arada, Cinfães e Montemuro. Nenhum dos valores é significativo a um nível de significância de 95%, mas todos são significativos a um nível de 80%, pelo que os resultados devem ser analisados com precaução.

## 5.5. Mortalidade e ameaças à conservação

Durante o período de monitorização do PMLSD-O, foram identificadas algumas ameaças à conservação das três alcateias monitorizadas (Tabela 26). A destruição de habitat devido a incêndios, quer por queimadas de pequenas dimensões feitas pelos pastores durante todo o ano, ou devido a incêndios de médias-grandes dimensões, foi uma das ameaças constantes a todas as alcateias e em todos os anos de monitorização. A destruição de habitat por incêndios tem consequências na dinâmica populacional da população lupina, podendo alterar o uso do espaço e comprometer o sucesso reprodutor. Convém mencionar que nenhum incêndio foi identificado junto aos centros de atividade. No ano I (Torres et al. 2013) o percurso mensal localizado perto do centro de atividade da Cabria-Corvo (alcateia da Arada) foi alvo de beneficiação, verificando-se um aumento de perturbação local

(e.g., aumento de fluxo de máquinas pesadas e de pessoas) que poderia ter comprometido a reprodução da alcateia, contudo através das estações de escuta foi possível detetar reprodução. Importa também referir que durante o ano III (Torres et al. 2015b) foi construído o Sobreequipamento Arada/Montemuro-Fase I (4 aerogeradores), localizado na zona limítrofe do centro de atividade de Cabria-Corvo, que havia sido referido como um centro de reprodução no ano I (Torres et al. 2013). Durante a monitorização do ano III, na área afeta à alcateia da Arada foi recolhida uma cria de lobo morta (híbrido entre lobo e cão), que foi inserida no Sistema de Monitorização de Lobos Mortos (SMLM), contudo, até à data, esta não foi necropsiada, desconhecendo-se as causas da sua morte. Houve também, corte de grandes áreas de eucaliptais. Através de informação recolhida junto das populações na área afeta à alcateia de Cinfães, foi possível confirmar que o furtivismo, principalmente através da colocação de veneno, é uma real ameaça para as alcateias monitorizadas e para esta alcateia em particular.

**Tabela 26.** Ameaças identificadas à conservação das três alcateias, ao longo do PMLSD-O (2011-2015).

	ARADA	MONTEMURO	CINFÃES
<b>Ano I</b> (2011-2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- obras em percursos de prospeção mensal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>
<b>Ano II</b> (2012-2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>
<b>Ano III</b> (2013-2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- construção do Sobreequipamento Arada/Montemuro-Fase I – maior afluxo de máquinas e pessoas</li> <li>- hibridação com cão doméstico</li> <li>- corte de eucaliptal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- construção do Sobreequipamento São Pedro – maior afluxo de máquinas e pessoas</li> </ul>
<b>Ano IV</b> (2014-2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- obras em percursos de prospeção mensal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- obras em percursos de prospeção mensal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pequenas queimadas</li> <li>- incêndio de grandes dimensões*</li> <li>- obras em percursos de prospeção mensal</li> <li>- colocação de veneno</li> </ul>

\* incêndios com mais de 100 ha ardidos

Adicionalmente, os resultados obtidos na componente genética, revelam outras ameaças que, além de atuarem a médio prazo, têm um impacto a longo prazo, possuindo uma grande relevância no âmbito da monitorização, gestão e conservação do lobo ibérico na área de trabalho. Consequentemente, é pertinente fazer uma síntese dos principais resultados encontrados e da sua relevância para conservação:

- (1) baixos tamanhos populacionais efetivos das alcateias de Arada, Cinfães e Montemuro comprometem a sua subsistência no médio-longo prazo, pelo que devem ser consideradas prioritárias para conservação;
- (2) hibridação com cão doméstico, particularmente expectável e preocupante em populações periféricas e fragmentadas (Lowe et al., 2015), constitui um factor de ameaça adicional para estas alcateias e carece de iniciativas de conservação direcionadas;
- (3) conectividade entre alcateias, inferida com base no fluxo de indivíduos e de genes, parece não ser suficiente para contrariar os seus baixos tamanhos efetivos. A confirmação de movimentos de indivíduos entre alcateias (especificamente do indivíduo Ara4-Cinf2, entre as alcateias de Arada e Cinfães), e o grau médio de parentesco entre indivíduos de cada alcateia, sugere a possibilidade de fluxo genético entre as alcateias. No entanto, genericamente, as análises efetuadas sugerem que não existem fluxos genéticos relativos significativos entre estas. Além disso, os valores significativos de coeficiente de consanguinidade (FIS) e o excesso de heterozigotia encontrados para todas as alcateias sugerem a existência de baixos tamanhos efetivos de população. De acordo com Roque et al (2011), estas alcateias encontram-se isoladas das alcateias mais próximas, situadas a este, o que torna a questão dos baixos efetivos populacionais ainda mais preocupante. De qualquer forma, a confirmação do movimento entre alcateias, de pelo menos um indivíduo, pode ser encarado como um ponto positivo, já que sugere que a recuperação de alguma destas alcateias se poderá repercutir, de forma positiva, nas restantes alcateias.
- (4) os valores de diversidade genética encontrados nestas alcateias são concordantes com os detectados anteriormente (Roque et al., 2011) e, portanto, são baixos. Os níveis de diferenciação genética são baixos (0,033 a 0,089, neste estudo; 0,081 a 0,107 em Roque et al. 2014), assim como a riqueza

alélica média por marcador (3,3 a 3,7, neste estudo; 2,7 a 3,2 em Roque et al. 2014)) e o número médio de alelos privados (0,15 a 0,85, neste estudo; 0,1 a 0,27 em Roque et al., 2014). O paralelismo com os valores encontrados anteriormente é particularmente marcado no caso das alcateias de Montemuro e Cinfães. No caso da alcateia de Arada, as estimativas de número médio de alelos e de alelos privados por marcador foram muito superiores ao registado no passado e superiores ao registado nas outras duas alcateias. Este resultado não é contudo animador, pois está diretamente relacionado com a presença de um indivíduo híbrido, que partilha alelos com a população local de cão doméstico. Os valores de heterozigotia são também, no geral, um pouco superiores ao encontrado anteriormente, tendo-se inclusive encontrado um excesso de heterozigotia significativo na população de Arada. Mais uma vez, este excesso de heterozigóticos não deve ser encarado com optimismo pois resulta, muito provavelmente, dos baixos tamanhos efetivos das alcateias.

## SECÇÃO VI

# AVALIAÇÃO DE IMPACTES

### 6.1. Identificação de impactes resultantes da presença dos Parques Eólicos – ano IV

Com base nos resultados obtidos, efetuou-se uma análise geral dos possíveis impactes resultantes da exploração dos PEs sobre a distribuição e reprodução do lobo-ibérico, cuja súpula se apresenta no capítulo seguinte. Os resultados da monitorização efetuada no período que decorreu entre outubro de 2014 e setembro de 2015 demonstram haver uma sobreposição entre a área de distribuição das três alcateias monitorizadas e alguns PEs.

Relativamente à alcateia da Arada, nenhum dos PEs abrange qualquer centro de atividade da alcateia da Arada. O núcleo do SubPE Arada – Sta. Cruz da Trapa encontra-se a menos de 1 km do centro de atividade “Cabria-Corvo”, que foi centro de reprodução no ano ano I do PMLSD – O. Importa referir que o Sobreequipamento Arada-Montemuro Fase I, se localiza na zona limítrofe deste centro de atividade. No presente ano de monitorização, não ocorreu sobreposição de áreas de uso intenso por parte do lobo-ibérico e a área de PEs, tendo apenas havido sobreposição entre a área de uso regular e o núcleo do SubPE Arada - Manhouce, PE Freita I e II e PE de Candal. Os resultados obtidos mostram uma presença contínua e regular do lobo na área, indicando uma tolerância por parte desta alcateia à exploração dos PEs, não sendo, por isso, identificados impactes significativos dos PEs nesta alcateia.

Relativamente à alcateia de Cinfães, os resultados obtidos demonstram que ocorreu sobreposição de áreas de uso regular e a área de 4 PEs (PE Tendais, sobreequipamento sobreequipamento do PE São Pedro, PE Casais e PE São Pedro) Relativamente a estes PEs, a presença do lobo na envolvente dos mesmos, parece ser contínua e regular. Apesar de não se ter comprovado reprodução desta alcateia no presente PMLSD-O (ano IV), são sugeridos dois centros de atividade (“Golas” e “Alto do Coto”) que se encontram na vizinhança dos PEs Fonte da Quelha e Alto do Coto, uma vez que este dois centros possuem condições de *habitat* e refúgio propícias, estão localizados perto de áreas com elevada concentração de excrementos, e também baseados na informação recolhida nos anos anteriores. Com base dos resultados obtidos relativamente a esta alcateia podemos concluir que o lobo-ibérico possui uma presença contínua e regular na generalidade da zona oeste da serra de Montemuro, sendo a sua presença mais intensa na região centro-oeste.

Relativamente à alcateia de Montemuro, verificou-se que ocorreu sobreposição da sua área de uso intenso e a área do PE Lagoa D. João. Em relação às áreas de uso regular, ocorreu sobreposição entre estas e a área de 2 PEs: subPE Picão e subPE Bustelo. Relativamente esta alcateia, apesar de nos anos anteriores (ano II e ano III) a sua situação ter sido preocupante, com um acentuado decréscimo no número de excrementos encontrados e área de distribuição muito reduzida, no presente ano de monitorização, parece que esta tendência foi invertida. Assim, é muito importante a continuação da monitorização desta alcateia para se tentar perceber como se houve algum fator exógeno a perturbar o funcionamento desta alcateia ou se ocorreu uma reestruturação quer da alcateia de Cinfães ou da alcateia de Leomil. As hipóteses levantadas necessitam de ser percebidas e explicadas, pelo que a monitorização desta alcateia deverá ser continuada.

Para os PEs envolvidos na monitorização, torna-se difícil, com base nos dados recolhidos, fazer uma avaliação ou análise interpretativa, dos efeitos dos PEs na população lupina.

Em face do exposto, poderemos concluir que, de um modo geral, os resultados obtidos mostram que a exploração dos vários PEs na área de trabalho, parece não ter um impacto significativo sobre a distribuição e reprodução das alcateias monitorizadas. Espera-se que a continuidade da monitorização possibilite uma análise mais detalhada (qualitativa e quantitativa), do efeito da presença dos PEs sobre a população de lobo-ibérico, bem como de outros fatores de perturbação antrópicos.

De qualquer forma, a adoção e o cumprimento das medidas de minimização propostas deverá reduzir a significância dos eventuais impactes.

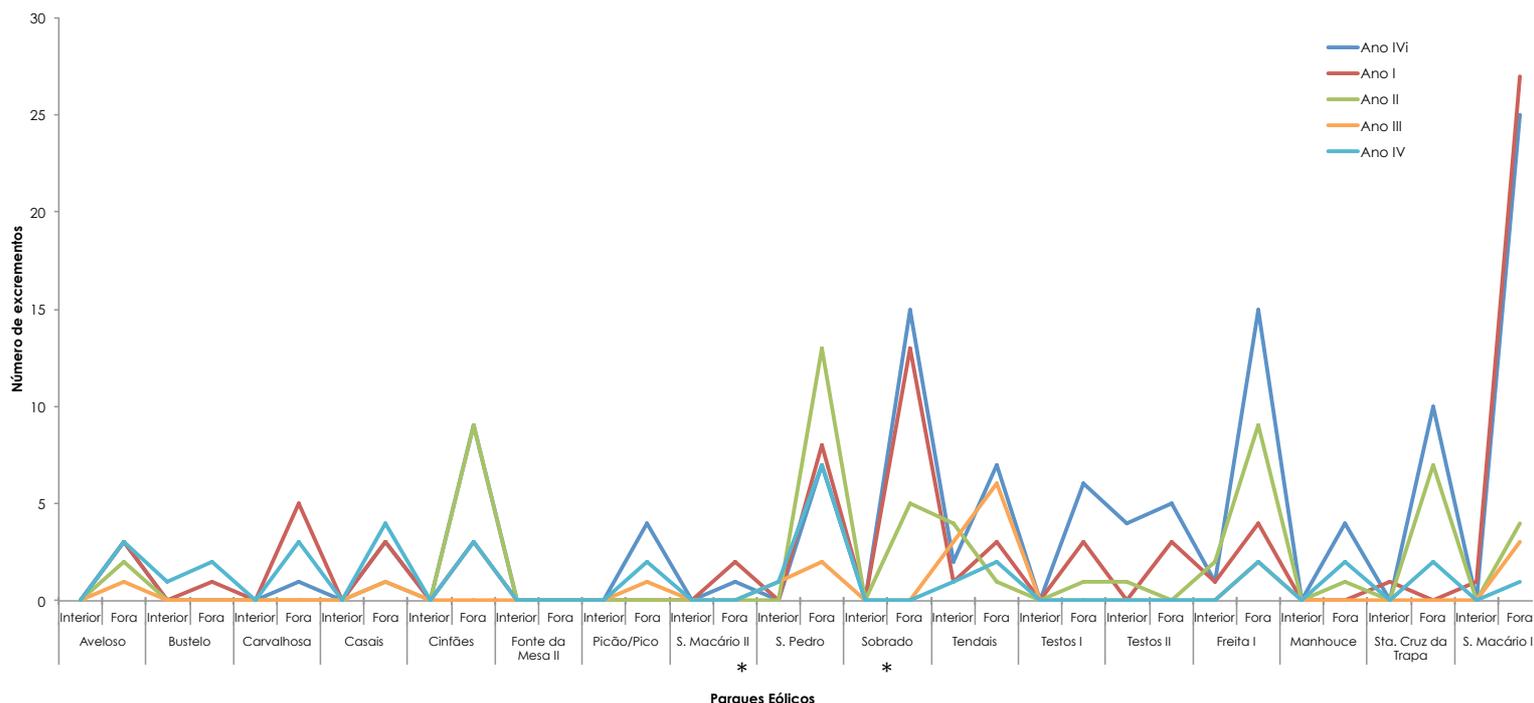
No caso da eventual ampliação/sobreequipamento dos empreendimentos eólicos localizados na área abrangida pelo presente Plano de Monitorização, deverão ser impostas restrições de forma a que sejam salvaguardados os centros de atividade identificados. Esta medida deverá ser aplicada a qualquer projeto que se localize nesta região.

## 6.2. Utilização das áreas de implantação e envolvente dos Parques Eólicos em exploração no período total do PMLSD-O (2011-2015)

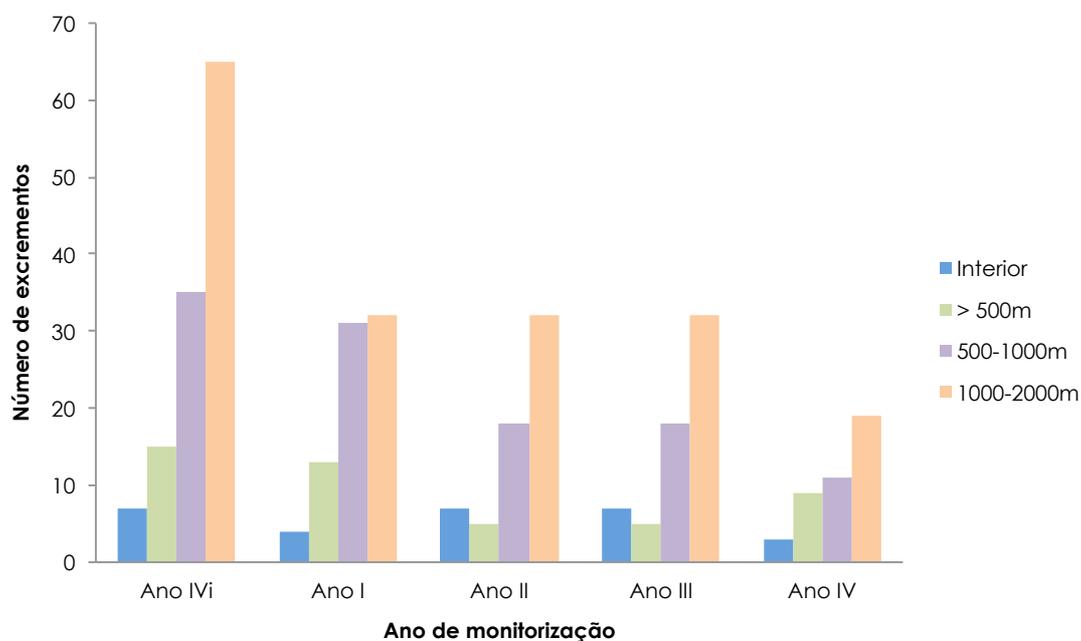
Verificou-se que no Plano de Monitorização do Lobo na Área dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil (PML-MFAL)(Roque et al. 2011), e em todos os anos do PMLSD-O (Torres et al. 2013, Torres et al. 2015a, Torres et al. e

presente relatório), dos 21 PEs em exploração analisados, apenas em um (1) PE - Fonte da Mesa II - não foram encontrados excrementos, quer na área de implantação – interior – quer na sua envolvente, até uma distância de 2 km (Figura 35). É importante mencionar que os PE de S. Macário II e PE Sobrado estiveram incluídos no PMLSD-O até ao ano III (inclusivé); no presente ano de monitorização já não foram abrangidos pelo PMLSD-O ano IV mas foram incluídos na análise para fins comparativos sempre que se considerou pertinente. De igual forma, os Sobreequipamentos Arada/Montemuro Fase I e São Pedro apenas no ano III ficaram abrangidos pelo PMLSD-O.

Através da análise integrativa dos últimos anos de monitorização (Roque et al. (2011), ano I, ano II, ano III e ano IV), verificou-se que foram encontrados excrementos no interior de 9 PEs (Alto do Talefe, subPE Bustelo, Cabril, S. Pedro, Tendais, Testos II, Freita I e II, S. Macário I, Sobreequipamento Arada-Montemuro Fase I), sendo o PE São Macário I o que apresentou mais excrementos na sua envolvente.



**Figura 35.** Visão geral do número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (até aos 2000m) dos vários PE ao longo do PMLSD-O e do plano anterior - Roque et al. (2011). (\* PE S. Macário II e PE Sobrado já não estão integrados no PMLSD-O ano IV) nota: o interior do núcleo do SubPE Arada - Manhouce, núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa, SubPE Aveloso, subPE Bustelo, PE Casais, PE S. Macário II, PE São Pedro e PE Sobrado não foi prospetado pois não possuiu percursos no seu interior



**Figura 36.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) nos vários PEs no ano IVi (análise integrativa) (Roque et al. 2011), ano I (Torres et al. 2013), ano II (Torres et al. 2015a), ano III (Torres et al. 2015a) e ano IV (presente relatório).

Relativamente ao número de excrementos encontrados no interior dos PEs durante estes anos de monitorização, verifica-se que tem havido ao longo dos anos, uma diminuição do número de excrementos encontrados, confirmando-se que o ano IV (presente relatório) é aquele onde menos excrementos foram encontrados ( $n=3$ ), comparativamente com o ano IV (PML-MFAL) ( $n=17$ ), ano I ( $n=17$ ) e ano II ( $n=7$ ). É importante referir que o interior do núcleo do SubPE Arada - Manhouce, núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa, SubPE Aveloso, subPE Bustelo, PE Casais, PE S. Macário II, PE São Pedro e PE Sobrado não foi prospectado, uma vez que não existem percursos mensais no interior destes PE. Na figura 36, verifica-se que o ano III (Torres et al. 2015b) foi o ano com o menor número de excrementos encontrados no interior e envolvimento dos PEs. Para isto muito contribuiu a redução do número de excrementos encontrados na alcateia de Montemuro no ano III ( $n=1$ ).

Neste relatório não foi avaliado o possível efeito de exclusão resultante da implementação de PEs. A metodologia que tem vindo a ser utilizada para detetar impactos ambientais de infraestruturas é o BACI ("*Before-After/Control-Impact*"). Este método consiste na utilização de uma amostragem realizada antes e outra depois da perturbação, num local afetado (zona de PE) e num local controlo, permitindo aferir acerca de variações na utilização espacial do espaço pelo lobo, tendo em conta a globalidade do território das alcateias e assim identificar alterações de padrões que são consequência da perturbação induzida pela implantação dos PEs.

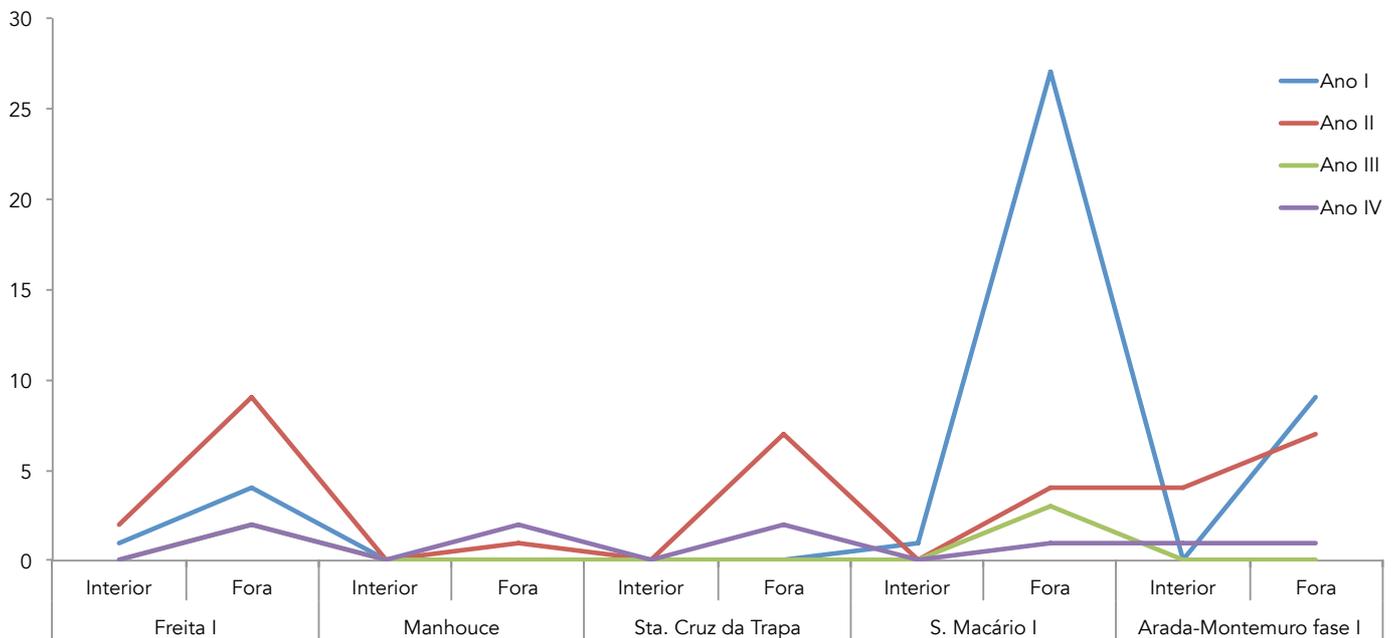
Optou-se por não efetuar o BACI pois um ponto fundamental num delineamento BACI é a escolha das áreas controlo ou de referência, ou seja, áreas com características ecológicas e de perturbação semelhantes à área de intervenção mas que não tenham sofrido a perturbação em causa. A definição do que seria uma área não submetida à intervenção pode ser muito delicada, uma vez que uma intervenção num local pode ter uma ação indireta em áreas vizinhas. No caso das alcateias monitorizadas e da nossa área de estudo, a dinâmica espacial desta espécie inviabiliza esta possibilidade pois consideramos que não há nenhuma quadrícula que possa ser considerada como área controlo (sem PE), pois por um lado a área de estudo tem vários PEs, relativamente perto uns dos outros, e mesmo que existissem quadrículas sem PE dentro da área afeta à alcateia que se pretende avaliar, essa proximidade vai alterar o seu comportamento, que se vai reflectir na utilização das outras quadrículas, inviabilizando assim a análise.

Também a falta de dados mais consistentes sobre estas alcateias numa fase anterior à implementação de empreendimentos eólicos na região contribui para a falta de dados adequados para implementação de uma análise BACI.

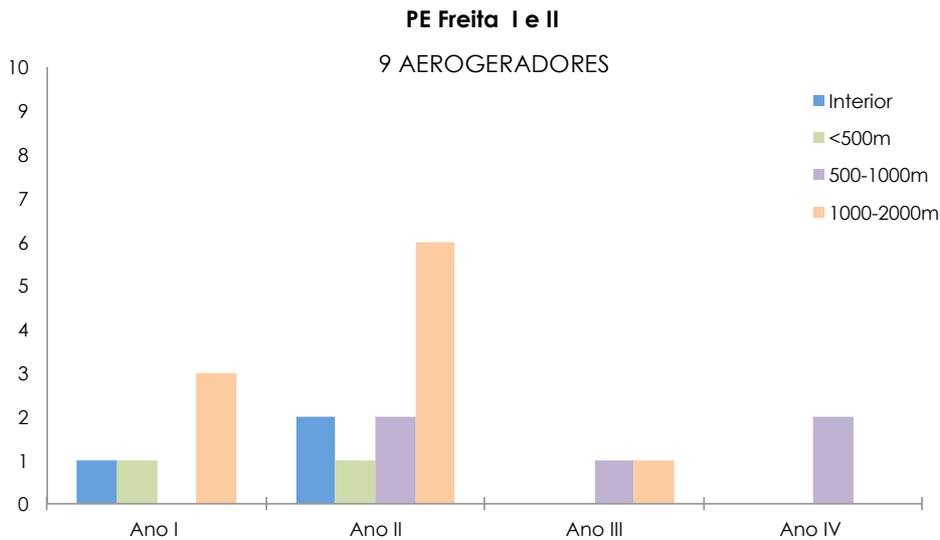
## 6.2.1. Análise por Parque Eólico no período total do PMLSD-O (2011-2015)

### 6.2.1.1. Parques Eólicos das serras da Freita e Arada

Os resultados obtidos desde o início do PMLSD-O, revelam a utilização por parte do lobo das áreas de implantação (interior) e envolvente (500m, 1000m, 2000m) de todos os PEs das serras da Freita e Arada (Figura 37). De seguida, é feita uma análise temporal (2011-2015) (Figura 38 a Figura 41) do número de excrementos encontrados em cada ano de monitorização na área de implantação (interior) e envolvente (500m, 1000m, 2000m) de cada PE. Verifica-se que os quatro PEs em análise revelam padrões bastante distintos de ocupação do espaço por parte do lobo. Durante o PMLSD-O, o PE Serra da Freita I e II, o núcleo do SubPE Arada-Manhouce, o núcleo do SubPE Arada –Sta. Cruz da Trapa e o PE São Macário I estavam em fase de exploração, e apenas o sobreequipamento Arada-Montemuro Fase I foi construído durante o PMLSD-O. Tal como já referido anteriormente na análise global, salienta-se que o interior do núcleo SubPE Arada- Manhouce e do núcleo SubPE Arada –Sta. Cruz da Trapa não foi prospectado, uma vez que não existem percursos mensais no seu interior.

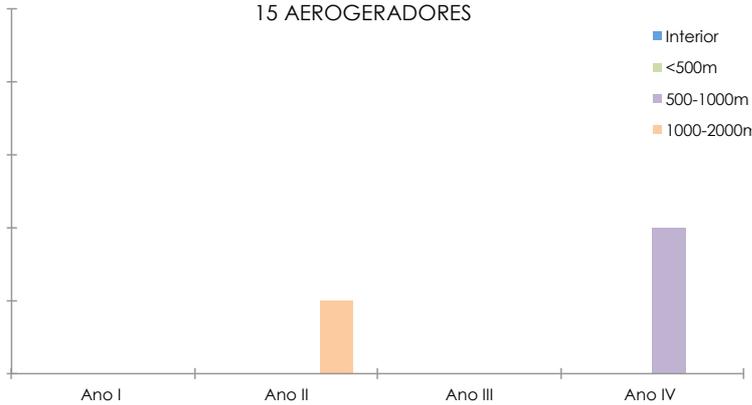
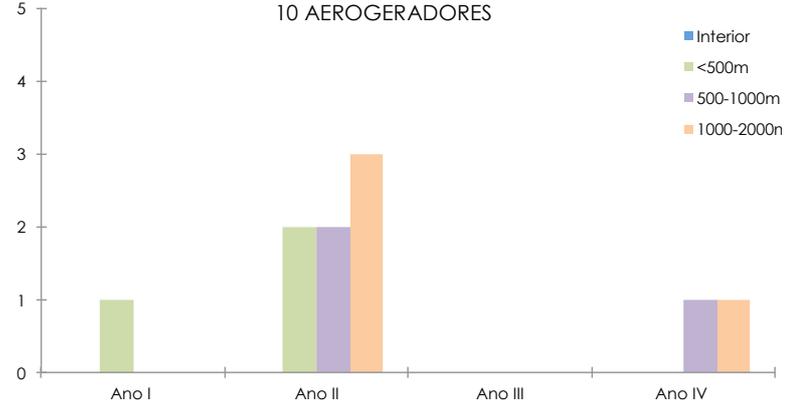


**Figura 37.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (até aos 2000m) dos PEs afetos à alcatéia da Arada durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior do núcleo do SubPE Arada - Manhouce, núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa não foi prospectado pois não possuiu percursos no seu interior



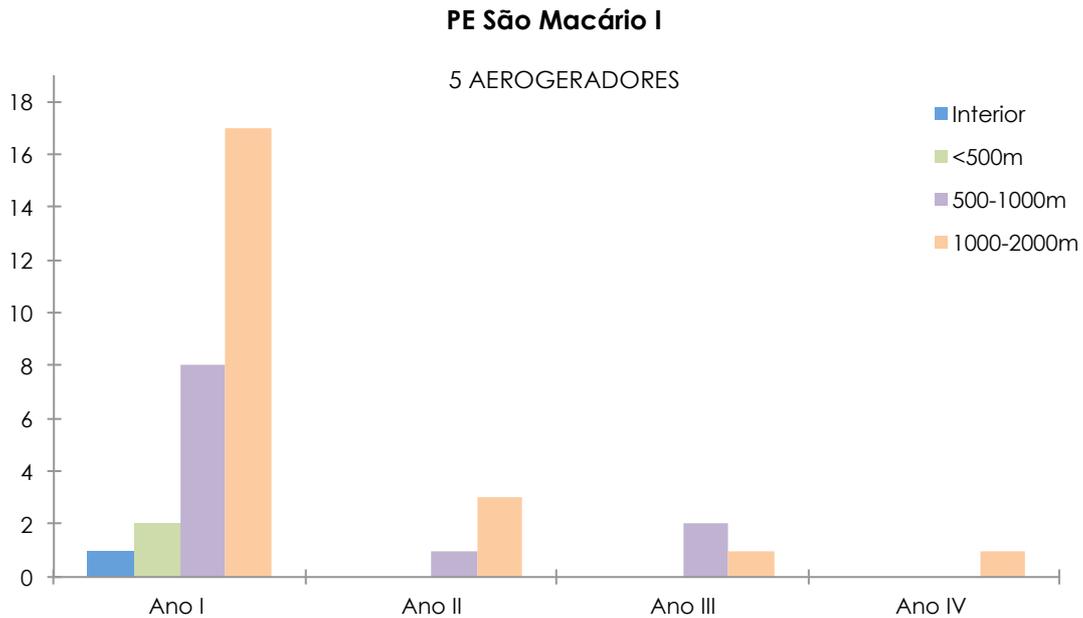
**Figura 38.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE Freita I e II durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

O PE Serra da Freita I e II, encontra-se em exploração desde novembro 2006. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma diminuição no número de excrementos detetados no interior deste PE, mas em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 38). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 19% (n=20) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Os resultados mostram que a exploração deste PE não inviabilizou a presença regular do lobo ibérico, mostrando sim um padrão regular e intenso de uso. Estes resultados reforçam o que tem vindo a ser mostrado ao longo do PMLSD-O, uma tendência para um aumento do uso da zona afeta à serra da Freita. Deste modo, após uma redução da presença de lobo na fase de construção (Roque et al. 2011), houve uma recuperação no uso da área deste PE na fase de exploração.

**núcleo do SubPE Arada – Manhouce**  
 15 AEROGERADORES

**núcleo do SubPE Arada – Sta. Cruz da Trapa**  
 10 AEROGERADORES


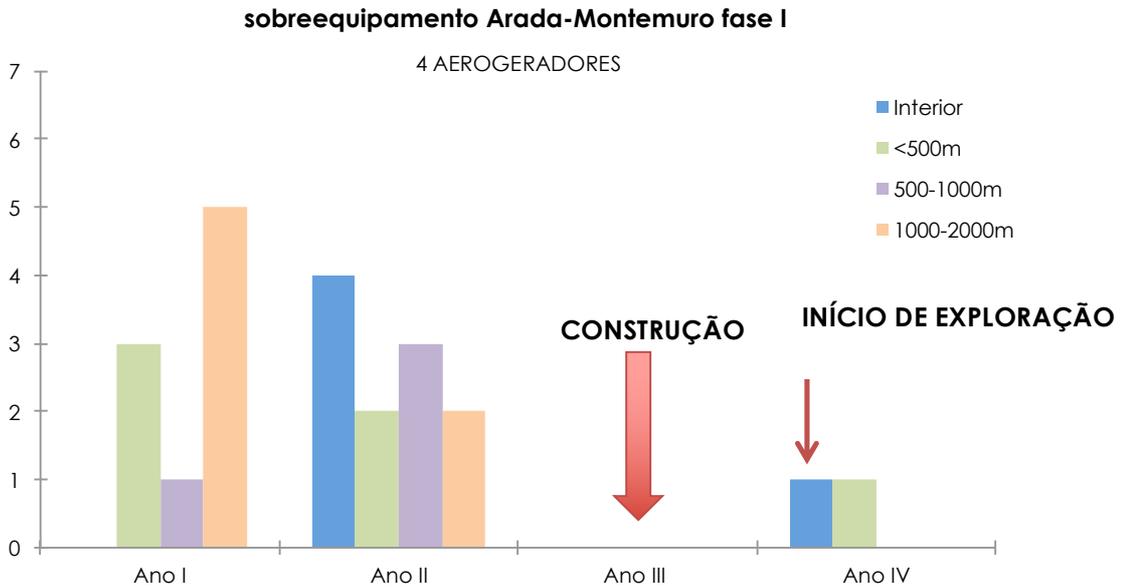
**Figura 39.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) dos núcleo do subPE Arada - Manhouce e Santa Cruz da Trapa durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior do núcleo do SubPE Arada - Manhouce, núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa não foi prospetado pois não possuiu percursos no seu interior

O núcleo do SubPE Arada- Manhouce e o núcleo do SubPE Arada – Sta. Cruz da Trapa encontram-se em exploração desde março 2009. Relativamente ao núcleo do SubPE Arada- Manhouce, ao longo do PMLSD-O, verifica-se um padrão de presença irregular por parte do lobo ibérico, e da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 18), de 2011 a 2015, apenas 3% (n=3) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 39). Relativamente ao núcleo do SubPE Arada – Sta. Cruz da Trapa, ao longo do PMLSD-O verifica-se um padrão de presença irregular por parte do lobo ibérico, e da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 9% (n=10) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Assim, apesar do núcleo do SubPE Arada- Manhouce revelar um padrão de ocupação do espaço mais irregular, o núcleo do SubPE Arada – Sta. Cruz da Trapa revela um padrão de presença regular por parte do lobo ibérico. Os resultados obtidos mostram que, apesar da diminuição do uso destes subPEs na fase de construção e início de exploração (Roque et al. 2011), houve uma recuperação no decorrer da fase de exploração. Assim, a exploração destes subPE não inviabilizou a presença regular do lobo na sua área envolvente ao longo dos anos.



**Figura 40.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE São Macário durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

O PE São Macário I, encontra-se em exploração desde dezembro 2007. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma diminuição no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, mas em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 40). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 34% (n=36) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Mas a maior parte dos excrementos foram encontrados no ano I (Torres et al. 2013) e no ano IV apenas foi encontrado 1 excremento a uma distância compreendida entre 1000 e 2000m da área de implantação deste PE. Este PE revelou os valores mais elevados de excrementos de todos os PEs da serra da Arada e Freita incluídos no PMLSD-O, contudo nos últimos anos tem-se verificado um padrão de uso irregular e esporádico do espaço pelo lobo ibérico. Roque et al (2011) tinha mostrado um padrão de tolerância, seguida de repulsa, com posterior reutilização, mostrando uma presença contínua e intensa de lobo na sua área envolvente. Por não se compreender bem a tendência de evolução desta alcateia dever-se-á continuar a monitorização.



**Figura 41.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do Sobreequipamento Arada-Montemuro Fase I durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

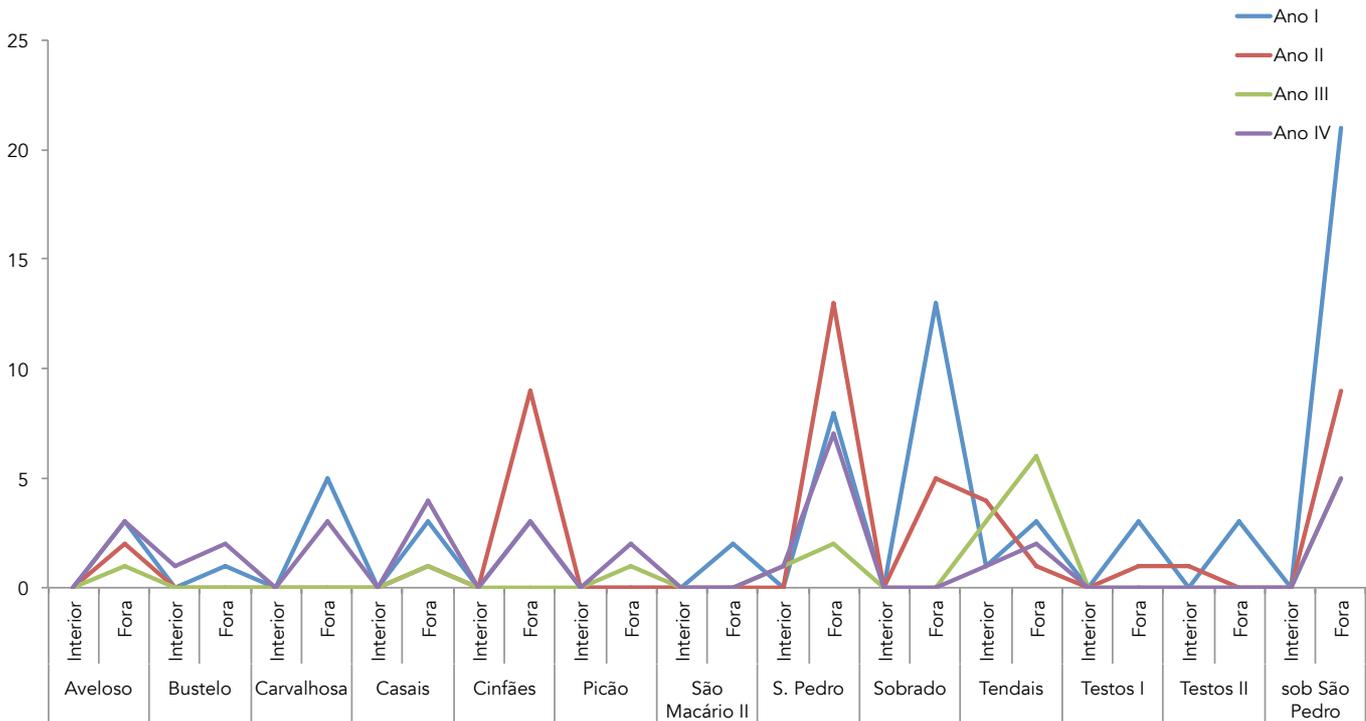
O sobreequipamento Arada-Montemuro Fase I encontra-se em exploração desde fevereiro 2015, mas a sua construção teve início em pleno PMLSD-O (período de construção - janeiro 2014 a fevereiro 2015, com interrupção dos trabalhos de abril a agosto de 2014). A figura 41 mostra que os dois primeiros anos de monitorização, a presença de lobo na zona foi contínua e intensa. Contudo, no ano III (fase de construção) não foi encontrado qualquer excremento, quer no interior, quer na zona envolvente do sobreequipamento. A redução da presença do lobo parece coincidente com o início dos trabalhos do sobreequipamento. Contudo, no ano IV foram detetados excrementos no interior do PE e na zona envolvente, mostrando uma recuperação da presença do lobo na fase de exploração. Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 21% (n=22) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Consta-se então que houve uma redução da presença de lobo na fase de construção e uma recuperação na fase da exploração, não tendo a construção deste sobreequipamento inviabilizado a presença regular de lobo na sua área envolvente. Esta recuperação poderá estar relacionada com i) a proximidade deste sobreequipamento a um importante centro de atividade (encontra-se no limite do centro de atividade de Cabria-Corvo), e ii) pequena dimensão do sobreequipamento (apenas 4 aerogeradores). É importante também referir que este

sobreequipamento se encontra localizado perto de um local de pastoreio (e de recolha do mesmo – Arada), pelo que representa uma fonte de alimento. Contudo como apenas passou 1 ano após a sua construção, dever-se-á continuar a monitorização a fim de se perceber o padrão de utilização da área.

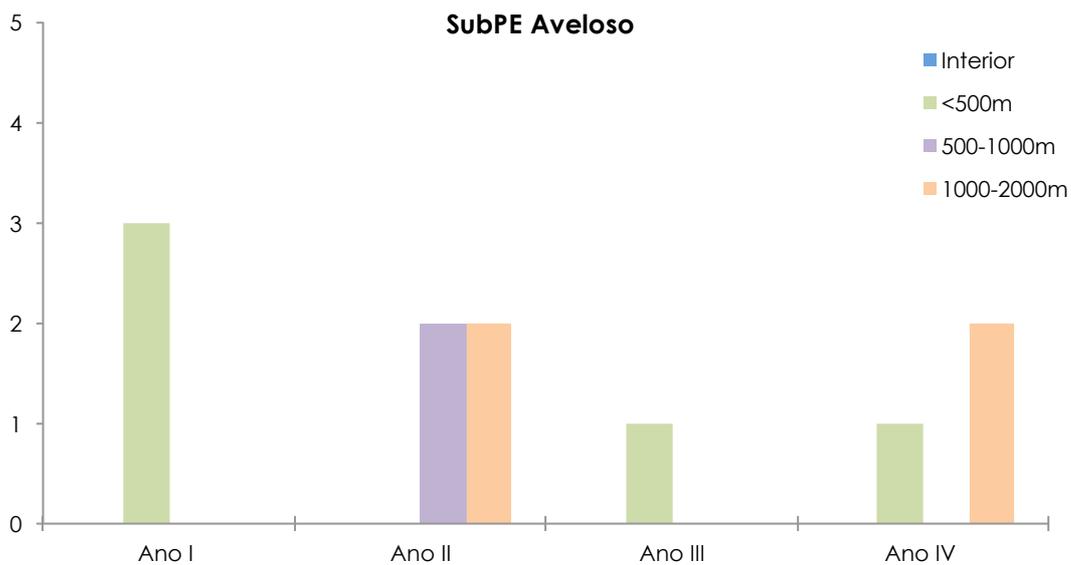
Como referido no PMLSD-O ano III (Torres et al. 2015b) foi possível detetar e confirmar reprodução de lobo ibérico na alcateia da Arada em 2014, quer através da resposta de crias nas estações de escuta, quer através da recolha, em setembro de 2014, de uma cria híbrida (lobo e cão). Assim, a interrupção dos trabalhos de construção deste sobreequipamento, como preconizado nas medidas de minimização, poderá ter facilitado a reprodução desta alcateia em 2014.

#### 6.2.1.2. Parques Eólicos da serra de Montemuro

Os resultados obtidos desde o início do PMLSD-O, revelam a utilização por parte do lobo das áreas de implantação (interior) e envolvente (500m, 1000m, 2000m) de todos os PEs da serra de Montemuro, com exceção do PE Fonte da Mesa, onde em nenhum dos anos de monitorização foram encontrados excrementos (Figura 42). De seguida, é feita uma análise temporal (2011-2015) (Figura 43 a Figura 54) do número de excrementos encontrados em cada ano de monitorização na área de implantação (interior) e envolvente (500m, 1000m, 2000m) de cada PE. Verifica-se que os PEs em análise revelam padrões bastante distintos de ocupação do espaço por parte do lobo. Todos os PEs da serra de Montemuro se encontravam em fase de exploração no PMLSD-O, com exceção do sobreequipamento de São Pedro, que foi construído durante o PMLSD-O. É importante referir que o interior dos SubPE Aveloso, SubPE Bustelo, PE Casais, PE S. Macário II, PE São Pedro e PE Sobrado não foi prospectado, uma vez que não existem percursos mensais no interior destes PE.

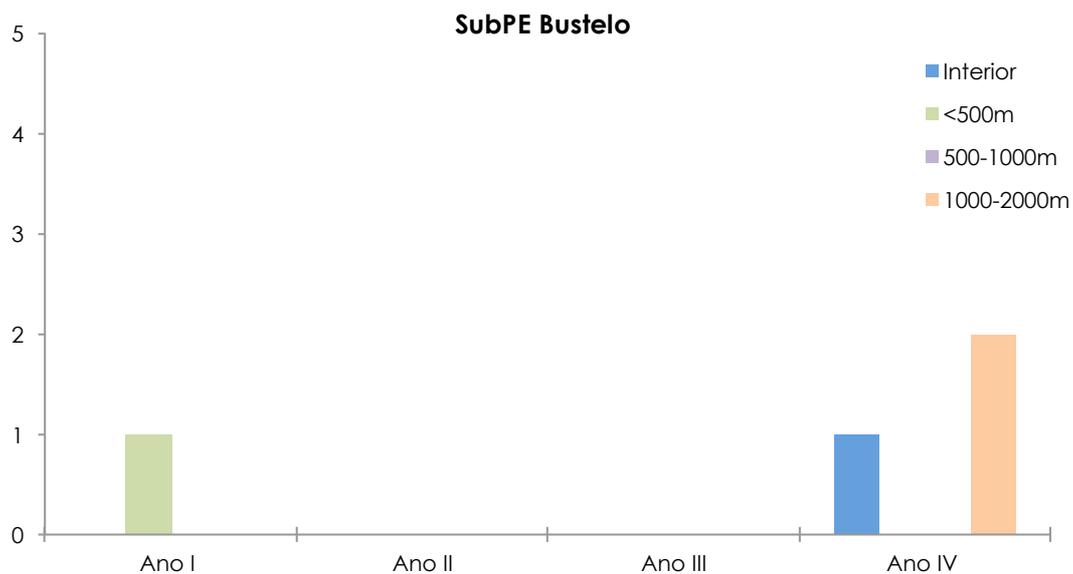


**Figura 42.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (até aos 2000m) dos PEs afetos à alcateia de Cinfães e à alcateia de Montemuro durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior do SubPE Aveloso, subPE Bustelo, PE Casais, PE S. Macário II, PE São Pedro e PE Sobrado não foi prospetado pois não possuiu percursos no seu interior



**Figura 43.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do SubPE Aveloso durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior deste SubPE não foi prospetado pois não possuiu percursos no seu interior

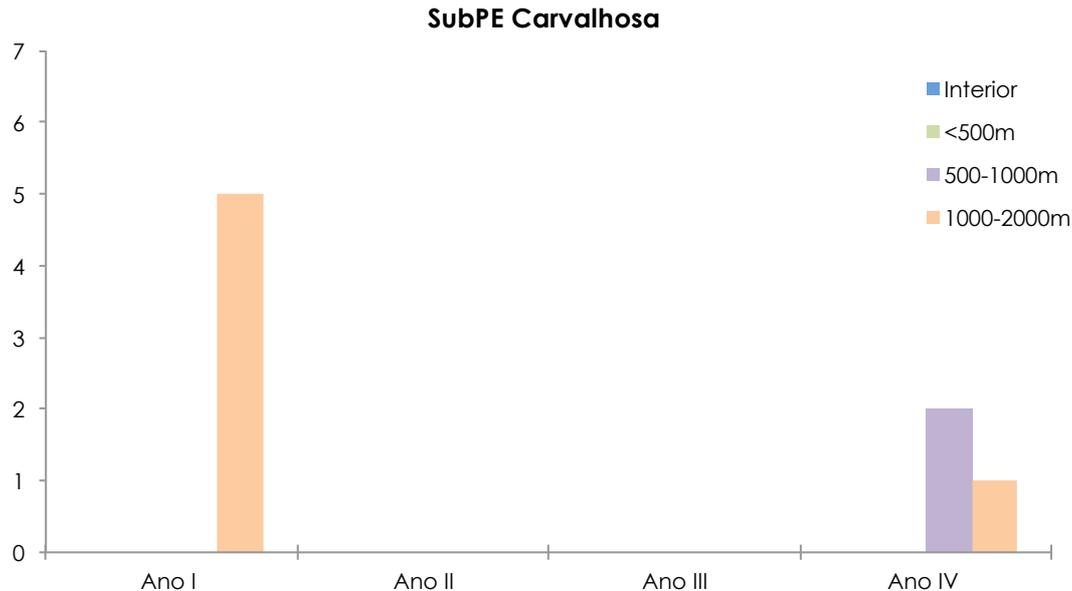
O subPE Aveloso encontra-se em exploração desde março 2009. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve um padrão de utilização do espaço bastante regular pelo lobo: em todos os anos foram encontrados detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 43). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 10% (n=11) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Estes resultados apontam para uma tolerância do lobo face a este PE, sem aparentes impactes negativos resultante da fase de exploração, que poderá estar relacionado com a baixa dimensão deste PE, apenas com 3 aerogeradores (apesar do elevado nº de aerogeradores nas imediações). Estes resultados estão em concordância com Roque et al. (2011).



**Figura 44.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do subPE Bustelo durante todo o PMLSD-O (2011-2015).  
 nota: o interior deste SubPE não foi prospectado pois não possuiu percursos no seu interior

O subPE Bustelo encontra-se em exploração desde dezembro 2009. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se uma acentuada irregularidade no padrão de uso deste PE: no ano I são apenas detetados excrementos na área envolvente, no ano II e ano III não são detetados excrementos, e no ano IV voltam a ser encontrados excrementos no interior (percurso extra) e na área envolvente do mesmo (Figura 44). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, apenas 3% (n=4) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE,

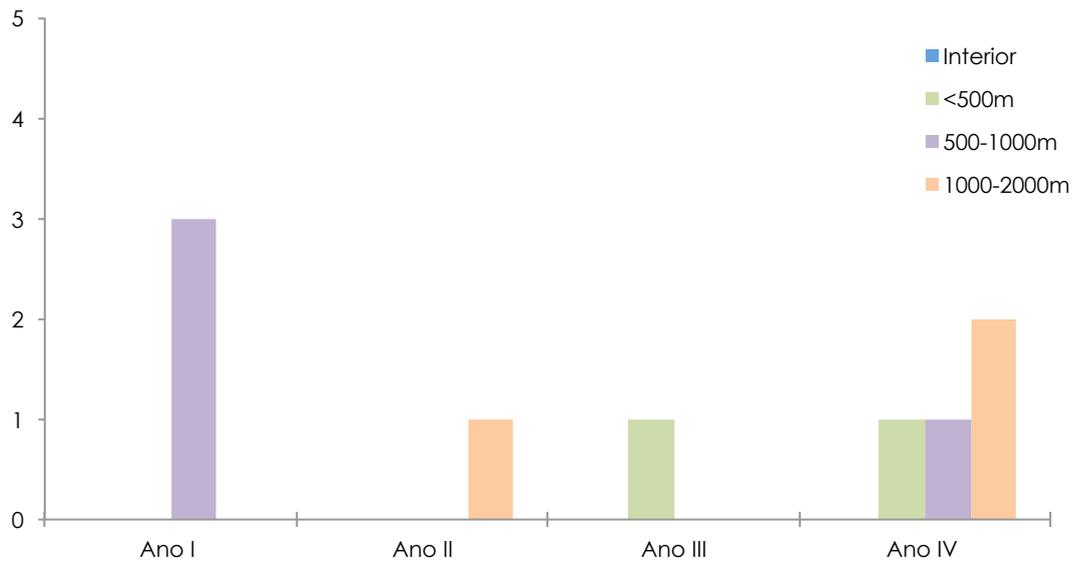
contrastando com Roque et al. (2011) que não tinha encontrado excrementos na totalidade do PML (2006-2011) na área envolvente do mesmo. Apesar do uso do espaço pelo lobo ser irregular, os resultados mostram que a exploração deste PE não inviabilizou a presença do lobo na área envolvente, com uma recuperação do uso do espaço quando comparado com Roque et al. (2011).



**Figura 45.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do subPE Carvalhosa durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

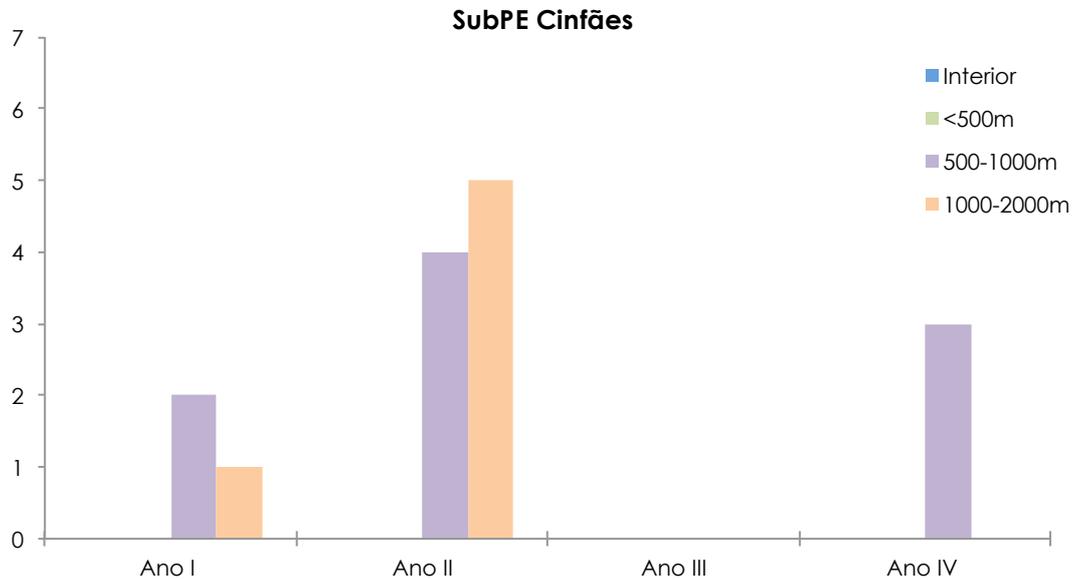
O subPE Carvalhosa, encontra-se em exploração desde março de 2009. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma irregularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, sendo que no ano II e ano III não foram encontrados excrementos quer no interior e na área envolvente. Claro que para este facto muito contribuiu a acentuada redução no número de excrementos total encontrados na área afeta à alcateia de Montemuro. Assim, apenas foram encontrados excrementos no ano I e no ano IV (Figura 45). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 15% (n=8) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Roque et al. (2011) tinha detetado a presença esporádica de lobo (duas observações diretas em 2008 e 2009 e um único excremento em 2010). Assim, parece ter havido uma recuperação na utilização do espaço na área envolvente a este PE na fase de exploração, com manutenção da presença irregular e reduzida.

### PE Casais



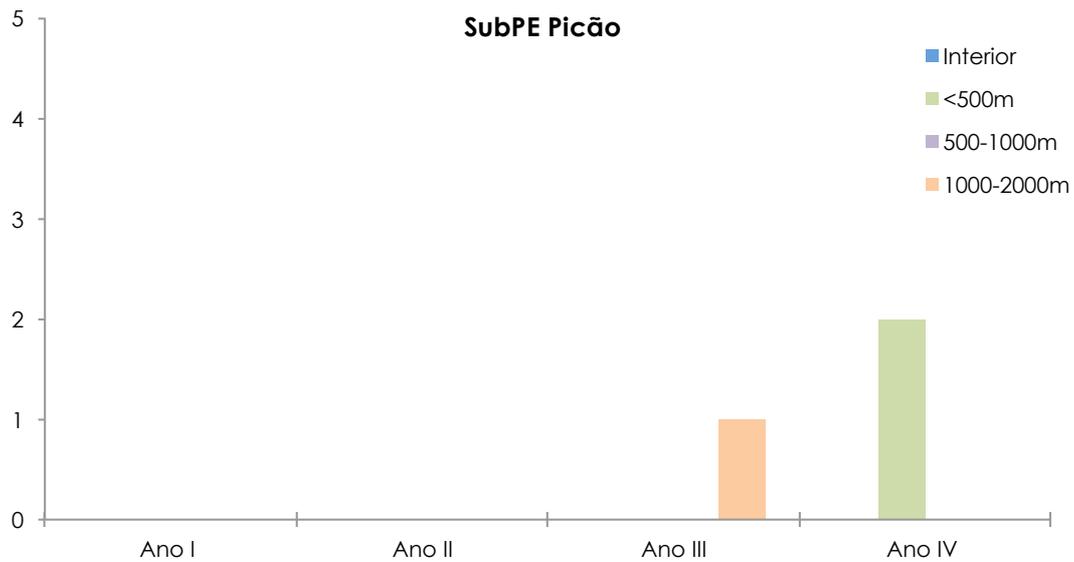
**Figura 46.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE Casais durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior deste PE não foi prospetado pois não possui percursos no seu interior

O PE Casais, encontra-se em exploração desde setembro 2007. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma regularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, sendo que em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 46). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 8% (n=9) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Os resultados mostram um padrão de uso do espaço bastante regular, sendo que a exploração deste PE não inviabiliza a presença regular de lobo na área. Estes resultados estão de acordo com Roque et al (2011) que havia também detetado um padrão de uso de espaço muito regular da área envolvente. É importante também referir que este PE é de pequenas dimensões, possuindo apenas 1 aerogerador.



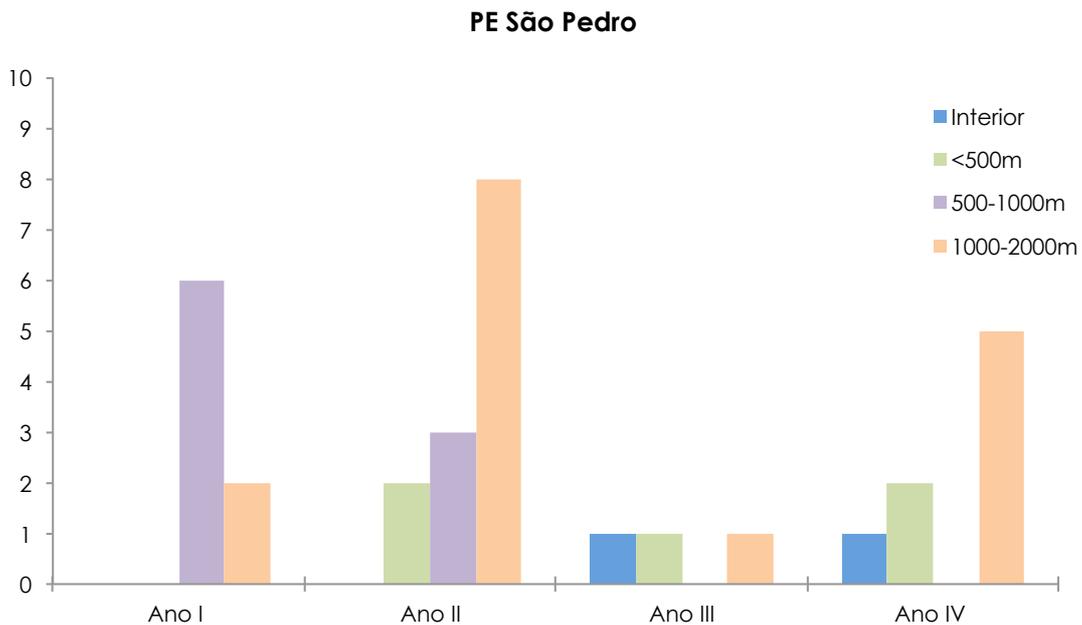
**Figura 47.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do subPE Cinfães durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

O subPE Cinfães encontra-se em exploração desde dezembro 2009. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve um padrão de utilização do espaço bastante regular e intenso das áreas envolventes destes PE, apesar de nunca terem sido detetados excrementos no interior do mesmo e no ano III (Figura 47). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 8% (n=9) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Estes resultados apontam para uma tolerância do lobo face a este PE, sem aparentes impactes negativos resultante da fase de exploração, que poderá estar relacionado com a baixa dimensão deste PE, apenas com 4 aerogeradores. Estes resultados estão em concordância com Roque et al. (2011), que havia igualmente detetado um padrão de uso de espaço regular e intenso do lobo na área envolvente a este PE.



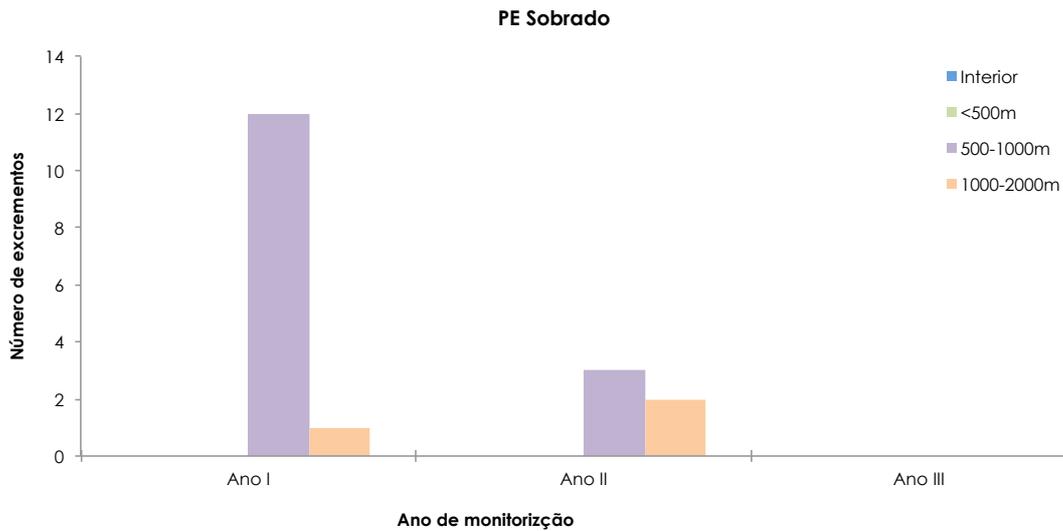
**Figura 48.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do subPE Picão durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

O subPE Picão encontra-se em exploração desde 2008. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se um padrão de uso bastante irregular e esporádico da área envolvente deste PE pelo lobo, sendo que durante os dois primeiros anos de monitorização (ano I e ano II) não foram detetados excrementos (Figura 48). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 6% (n=3) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Roque et al. (2011) já havia referido a utilização irregular e reduzida das suas áreas envolventes. Os resultados mostram revelam um padrão de manutenção da presença irregular do lobo, com tolerância do lobo face em relação a este subPE durante a fase de exploração.



**Figura 49.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE São Pedro durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

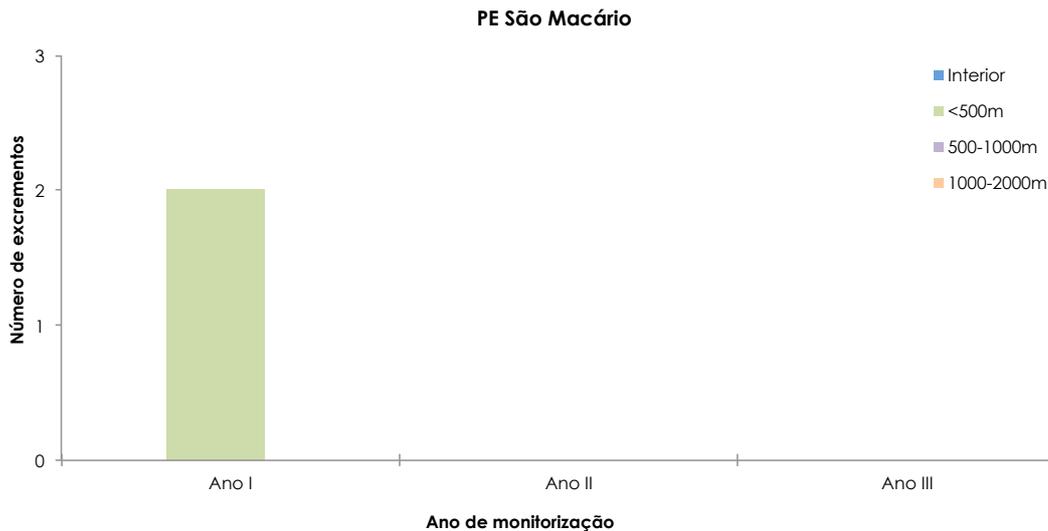
O PE São Pedro, encontra-se em exploração desde março 2006. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma elevada regularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, sendo que em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 49), inclusivamente no interior deste PE (percursos extra). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 28% (n=32) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Roque et al. (2011) havia já confirmado o padrão regular e contínuo de utilização de espaço do lobo em relação a este PE. Assim, os resultados revelam que não foram identificados impactes negativos durante a fase de exploração deste PE, e que o lobo manteve uma presença contínua e intensa desta área.



**Figura 50.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE Sobrado durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: este PE deixou de fazer parte do PMLSD-O no ano III

Relativamente ao PE de Sobrado, a sua construção teve início em março de 2008 e fim em junho de 2009 e está localizado na área afecta à alcateia de Cinfães. Desde o fim da fase de construção deste PE, a análise dos resultados revela um padrão regular e intenso de uso, por parte do lobo, da área envolvente (menos de 2000m) (Figura 50). Em todos os anos de monitorização, com exceção do ano III, foram encontrados excrementos na área envolvente deste parque. Nos anos de monitorização correspondentes ao ano IV (Roque et al. 2012) e ano I (Torres et al. 2013) as concentrações de excrementos foram elevadas na área envolvente deste PE, tendo no ano II (Torres et al. 2015) havido uma diminuição gradual no valor de excrementos encontrados. Estes resultados são indicativos de uma recuperação do uso do espaço pelo lobo somente um (1) ano após a construção deste PE.

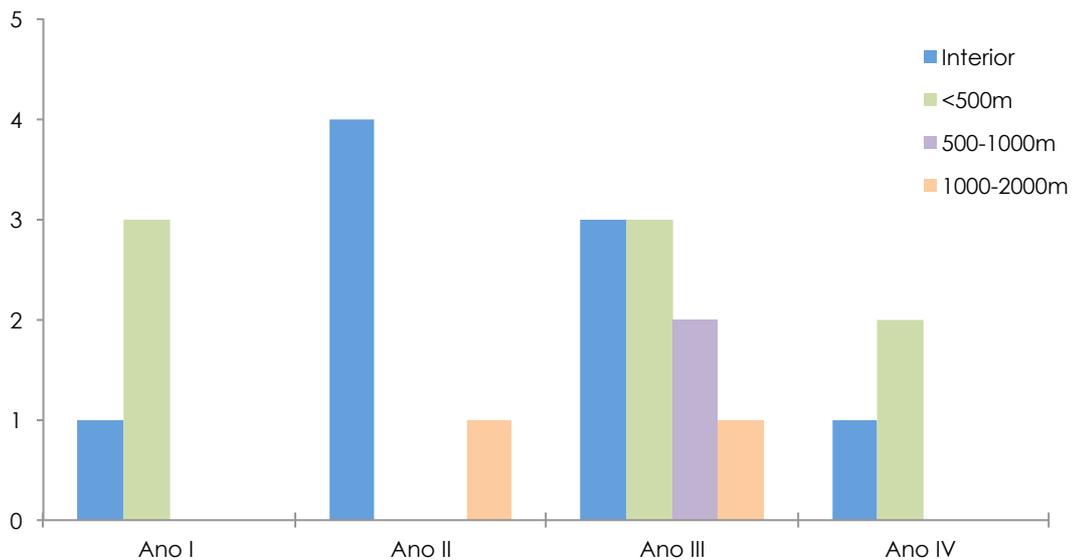
O PE Sobrado localiza-se na quadrícula M13, numa área marginal do território desta alcateia (sudeste), e ao longo dos anos de monitorização tem-se verificado sobreposição de áreas de uso regular e intenso por parte do lobo e deste empreendimento eólico. Assim, a construção e exploração deste PE não inviabilizou a presença regular e intensa do lobo na sua área envolvente ao longo dos anos, não tendo causado impactes negativos durante as diferentes fases.



**Figura 51.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE São Macário II durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: i) este PE deixou de fazer parte do PMLSD-O no ano III, ii) nota: o interior deste PE não foi prospektado pois não possuiu percursos no seu interior

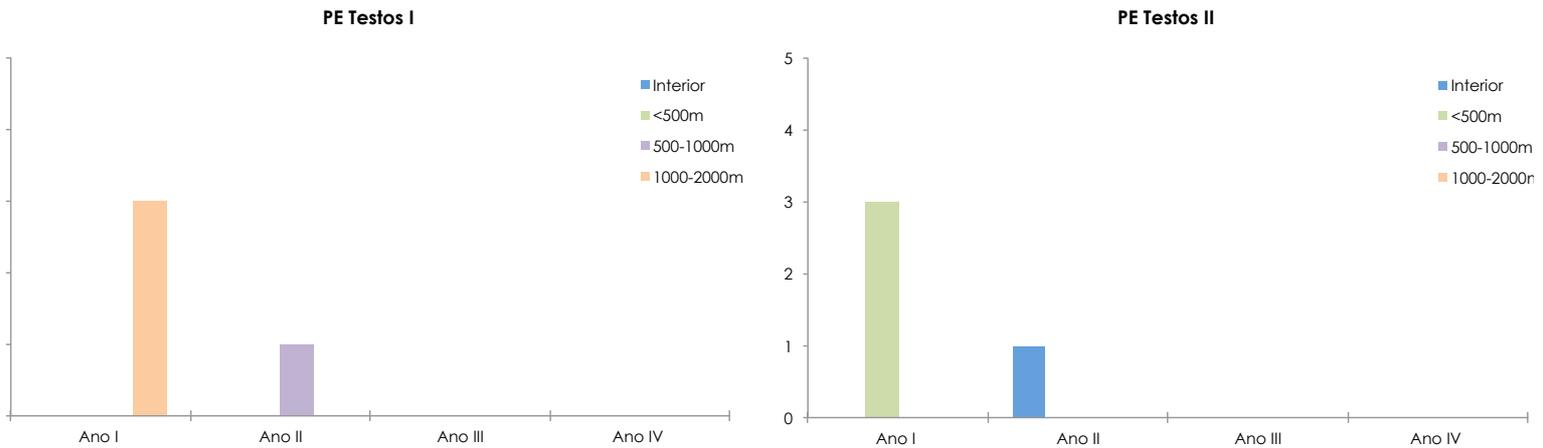
Relativamente ao PE de São Macário II, a sua construção teve início em junho de 2010 e fim em julho de 2011 e está localizado na área afecta à alcateia de Montemuro. Anteriormente à sua construção, não foram detetados excrementos no interior e nas áreas envolventes deste PE. Durante a sua construção, apenas foi detetado um (1) excremento na área envolvente (500-1000m), em maio de 2011 (Figura 51). Os resultados obtidos desde a construção deste PE revelam a manutenção da presença irregular na área envolvente ao PE, pois de 2011 a 2014, apenas foram detetados 3 excrementos. No ano IV (Roque et al. 2012) – fase de construção – e no ano I (Torres et al. 2013) – fase de exploração – foram encontrados poucos excrementos (1 e 2, respectivamente) e nos últimos dois anos de monitorização não se detetaram quaisquer excrementos. Assim, no PE São Macário II, a construção não inviabilizou a presença do lobo, antes pelo contrário, e aparentemente a construção e exploração deste PE não causou impactes. Assim, verificou-se um aumento da presença de lobo na fase inicial de exploração, e uma ausência de detecção de qualquer indício de presença do lobo nos últimos dois anos de monitorização. Contudo, estes resultados eram esperados, e estarão mais relacionados com a diminuição, na totalidade, do número de excrementos encontrados nestes últimos dois anos na zona afeta à alcateia de Montemuro, do que propriamente com a implantação do PE.

### PE Tendais



**Figura 52.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE Tendais durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

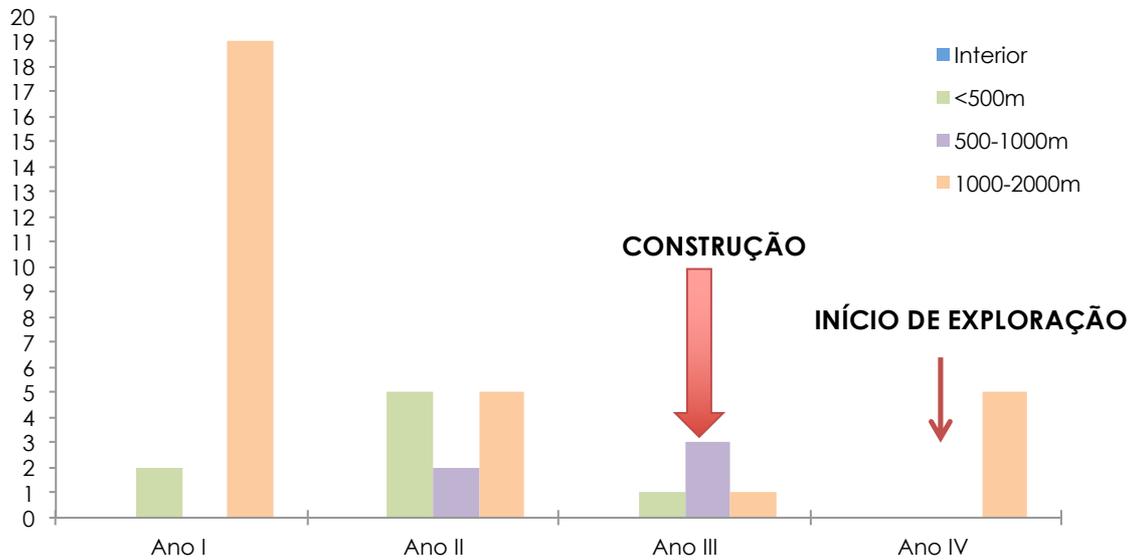
O PE Tendais, encontra-se em exploração desde abril 2008. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma elevada regularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, tanto no interior como na área envolvente do mesmo, sendo que em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE (Figura 52). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 19% (n=21) foram detetados a menos de 2 km de distância deste PE. Roque et al. (2011) havia já confirmado o padrão regular e contínuo de utilização de espaço do lobo em relação a este PE. Assim, os resultados não identificaram impactes negativos durante a fase de exploração deste PE, mas sim uma tolerância por parte do lobo, uma vez que a sua presença foi mantida contínua e intensa nesta área. Este facto poderá estar relacionado com as reduzidas dimensões deste PE, apenas 6 aerogeradores. impactes negativos na dinâmica de ocupação espacial do lobo. Não obstante, o início de construção do PE Testos II não inviabilizou a presença da espécie no interior da sua área de implantação mas parece ter levado a um afastamento do lobo na sua área envolvente (Figura 6.23). A continuação da monitorização deste PE será fundamental para a correcta avaliação de impactes resultantes do início da sua fase de exploração.



**Figura 53.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do PE Testos I durante todo o PMLSD-O (2011-2015).

O PE Testos I encontra-se em exploração desde setembro 2008, e o PE Testos II encontra-se em exploração desde junho 2011. Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma irregularidade no número de excrementos detetados na área afeta a estes PEs, sendo que no ano III e ano IV não foram encontrados excrementos quer no interior e na área envolvente. Claro que para este facto muito contribuiu a acentuada redução no número de excrementos total encontrados na área afeta à alcateia de Montemuro no ano II e ano III. Assim, apenas foram encontrados excrementos no ano I e no ano II (Figura 53). Da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (Tabela 16), de 2011 a 2015, 7% (n=4) foram detetados a menos de 2 km de distância de ambos os PEs. Roque et al. (2011) tinha verificado a regular utilização pelo lobo tanto do PE Testos I como no PE Testos II. Contudo, os nossos resultados mostram que a presença regular do lobo na zona envolvente deste PEs ocorreu no ano I, contudo no ano II já ocorreu uma utilização muito irregular da zona envolvente dos PEs, e a presença regular confirmada por Roque et al. (2011) e no PMLSD-O (ano I), não foi recuperada após o ano II. Assim, apesar da construção do PE Testos II não ter comprometido a utilização do espaço regular e intensa, por parte do lobo, quer da sua área de implantação, quer da sua envolvente, verifica-se que houve uma diminuição do uso na fase de exploração, com possíveis impactes negativos resultantes da implantação deste PE. O PE Testos II possuiu grandes dimensões (22 aerogeradores) e terá um efeito cumulativo com o PE Testos I. Assim, a exploração do PE Testos II, e o possível efeito cumulativo com o PE Testos I, poderá ter levado a um afastamento do lobo na área envolvente a estes PEs. A continuação da monitorização destes PEs será fundamental para a correta avaliação de impactes resultantes da fase de exploração.

### sobreequipamento S. Pedro



**Figura 54.** Número de excrementos encontrados na área de implantação (interior) e zonas envolventes (500m, 1000m e 2000m) do sobreequipamento S. Pedro durante todo o PMLSD-O (2011-2015). nota: o interior deste PE não foi prospetado pois não possuiu percursos no seu interior

O sobreequipamento S. Pedro, encontra-se em exploração desde dezembro 2014. A figura 54 mostra o número de excrementos encontrados desde o início do PMLSD – O. Contudo, o sobreequipamento de São Pedro diz respeito apenas à construção de um aerogerador, pelo que não se pode referir que tenham sido encontrados excrementos no interior do mesmo. O *buffer* de 500-1000m e 1000-2000m à volta deste sobreequipamento sobrepõem-se com o PE de Cabril que, apesar de não fazer parte do PML, é uma zona onde são sempre encontrados muitos excrementos. De forma que se torna difícil aferir os efeitos da construção deste aerogerador na presença do lobo. Ainda assim, da totalidade de excrementos encontrados na área afeta a esta alcateia (tabela 16), de 2011 a 2015, 38% (n=43) foram detetados a menos de 2 km de distância de ambos os PEs. Durante o PMLSD-O, verificou-se a presença regular e intensa por parte do lobo na área envolvente deste PE. Tal presença manteve-se regular e intensa na fase de exploração do mesmo (ano IV), parecendo não ter havido qualquer impacte negativo na construção e exploração deste sobreequipamento. Contudo, a continuação da monitorização deste sobreequipamento será fundamental para a correta avaliação de impactes resultantes da fase de exploração. Apesar da interrupção dos trabalhos de construção deste sobreequipamento, como preconizado nas medidas de minimização, não foi possível detetar reprodução de lobo ibérico na alcateia de Cinfães em 2014, tal como em todo PMLSD-O.

## 6.2.2. Análise por Parque Eólico no período total do PMLSD (2006-2011 e 2011-2015)

A seguinte análise abrange os resultados do período 2006-2011 (Roque et al. 2012) e o período 2011-2015 (presente relatório), tendo em consideração a situação de referência, a fase de construção e a fase de exploração dos diferentes PEs abrangidos pelo PMLSD-O.

### 6.2.2.1. Parques Eólicos das serras da Freita e Arada

O PE Serra da Freita I e II iniciou a sua construção em agosto de 2005 e encontra-se em exploração desde novembro 2006. Durante a fase de construção e nos primeiros anos da fase de exploração deste PE, verificou-se que a presença do lobo ibérico era irregular na sua área envolvente e não haviam sido encontrados excrementos no interior do mesmo (Roque et al. 2012). Contudo, e como Roque et al. (2012) constata, em 2011 foi encontrado o primeiro excremento no interior do mesmo, padrão que se manteve nos 2 anos seguintes (PMLSD-O - ano I e ano II). Apesar de se ter verificado uma ausência de excrementos detetados no interior deste PE nos últimos 2 anos de monitorização, a presença de lobo manteve-se regular na área envolvente do mesmo, mostrando um padrão regular de uso. Assim, é possível afirmar que durante a construção e desde o início de exploração deste PE (2006) a presença do lobo ibérico tem sido constante na área envolvente do mesmo.

O núcleo do SubPE Arada - Manhouce e o núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa, iniciaram a sua construção no início de 2007 e encontram-se em exploração desde março 2009. Durante a situação de referência (2006), foram encontrados excrementos na área envolvente destes núcleos do subPE Arada, porém na fase de construção ocorreu uma diminuição notória na intensidade de utilização das áreas envolventes, seguida de uma ausência de deteção desde o início de fase de exploração (2008) (Roque et al. 2012). Contudo, e como já havia sido notado por Roque et al. (2012), em 2011 foi detetada novamente presença de lobo nas áreas envolventes destes núcleos do subPE Arada. Os resultados do PMLSD-O (presente relatório) mostram que, apesar da diminuição do uso da área envolvente destes núcleos do subPE Arada na fase de construção e início de exploração (Roque et al. 2012), houve uma recuperação no decorrer da fase de exploração. Assim, é possível afirmar que a exploração destes núcleos do subPE Arada não inviabilizou a presença regular do lobo na sua área envolvente ao longo dos anos.

O PE São Macário I iniciou a sua construção em novembro de 2006 e encontra-se em exploração desde dezembro de 2007. Durante a situação de referência foram encontrados excrementos quer na área envolvente quer no interior do mesmo. Na fase de construção não foram detetados excrementos do interior do PE, mas manteve-se a utilização da zona envolvente. Durante a fase de exploração, e até 2011, verificou-se um padrão de uso regular pelo lobo pois em todos os anos foram encontrados excrementos quer na área envolvente como no interior do PE (Roque et al. 2012). Ao longo do PMLSD-O (presente relatório), verifica-se que houve uma diminuição no número de excrementos detetados na área afeta a este PE, mas em todos os anos de monitorização foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste PE, apesar de só terem sido encontrados excrementos no interior do mesmo no ano I. Roque et al (2011) tinha mostrado um padrão de tolerância, seguida de repulsa, com posterior reutilização, mostrando uma presença contínua e intensa de lobo na sua área envolvente. Contudo, o presente relatório revela um uso irregular e esporádico.

#### 6.2.2.2. Parques Eólicos da serra de Montemuro

O subPE Aveloso iniciou a sua construção em 2007, tendo a sua exploração começado em março 2009. Durante a situação de referência (2006) não foram encontrados excrementos na zona envolvente deste subPE, contudo, com o início da construção, o uso das áreas envolventes deste subPE aumentou. Assim, desde a fase de construção e durante a fase de exploração, verifica-se um padrão de utilização do espaço bastante regular pelo lobo: em todos os anos foram detetados excrementos a menos de 2 km de distância deste subPE mas nunca no seu interior (Roque et al. 2012 e presente relatório). Assim, estes resultados apontam para uma tolerância do lobo face a este subPE, podendo-se concluir que a construção e exploração deste subPE não teve aparentes impactes negativos no uso da zona por parte do lobo ibérico.

O subPE Bustelo iniciou a sua construção no primeiro semestre de 2009 e encontra-se em exploração desde dezembro 2009. Durante a situação de referência, assim como na fase de construção e na fase de exploração até 2011, não foram encontrados excrementos quer no interior, quer na área envolvente deste subPE (Roque et al. 2012). Contudo, entre 2011 e 2015, nomeadamente nos anos I e IV do PMLSD-O houve utilização da área afeta a este subPE, uma vez que foram detetados excrementos, ainda que poucos, tanto no interior, como na sua área envolvente. Pode-se concluir que há uma elevada irregularidade no padrão de uso deste subPE pelo lobo ibérico.

O subPE Carvalhosa iniciou a sua construção no 2º semestre de 2007, encontrando-se em exploração desde março de 2009. Roque et al. (2011) tinha detetado a presença esporádica de lobo (duas observações diretas em 2008 e 2009 e um único excremento em 2010). Ao longo do PMLSD-O, verifica-se que houve uma irregularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este subPE, sendo considerada a presença de lobo irregular e reduzida. Assim, parece ter havido uma manutenção do padrão de utilização da área envolvente a este subPE na fase de exploração, com uma presença irregular e reduzida.

O PE Casais iniciou a sua construção em fevereiro de 2007 e encontra-se em exploração desde setembro do mesmo ano. Os resultados de Roque et al. (2012) mostram que na situação de referência e fase de construção não foram detetados indícios de presença de lobo na envolvente deste PE. Após a fase de construção e durante a fase de exploração, foi detetado um padrão de uso do espaço bastante regular pelo lobo ibérico, ou seja, a exploração deste PE não inviabilizou a presença regular de lobo na área. Estes resultados estão em acordo com o padrão encontrado nos anos seguintes de monitorização (2011-2015 – presente relatório), verificando-se um uso muito regular pelo lobo ibérico da área envolvente deste PE.

O subPE Cinfães iniciou a sua construção em 2009 e encontra-se em exploração desde dezembro 2009. Durante a situação de referência (2006, 2007 e 2008) foram encontrados excrementos na área envolvente deste subPE (Roque et al. 2012). Os resultados mostram que nem a fase de construção, nem a fase de exploração inviabilizaram a presença regular e intensa de lobo na área envolvente deste subPE, uma vez que em todos os anos de monitorização (com exceção do ano III – PMLSD-O) foram encontrados excrementos na área envolvente deste subPE.

O subPE Picão iniciou a sua construção em 2007 e encontra-se em exploração desde 2008. Na situação de referência (2006) foram detetados alguns excrementos na área envolvente deste subPE, sendo que durante a construção não foi detetado nenhum excremento. Porém, parece ter havido uma aparente recuperação desta situação, uma vez que na fase de exploração foram novamente encontrados excrementos na área envolvente do mesmo, apesar de ter havido nova redução no 1º ano após o início da exploração, e consequente recuperação (Roque et al. 2012). Ao longo do PMLSD-O, verifica-se um padrão de uso bastante irregular e esporádico da área envolvente deste subPE pelo lobo, com evidências de utilização apenas no Ano III e IV.

O PE São Pedro encontra-se em exploração desde março 2006. Ao longo de ambos os PML (Roque et al. 2012 e presente relatório) verificou-se uma elevada regularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE na fase

de exploração. De referir que tanto em Roque et al. (2012) como no período a que se refere o presente relatório, foram detetados excrementos no interior deste PE. Assim, durante a fase de exploração (desde 2007 até ao presente), confirma-se um padrão regular e contínuo de utilização de espaço do lobo em relação a este PE. Os resultados revelam que não foram identificados impactes negativos durante a fase de exploração deste PE, e que o lobo manteve uma presença contínua e intensa nesta área.

O PE Tendais iniciou a sua construção em 2007 e encontra-se em exploração desde abril 2008. Durante a situação de referência (2006) foram encontrados excrementos na área envolvente deste PE (Roque et al. 2012). Apesar de ter havido uma redução no número de excrementos encontrados na fase de construção e início da fase de exploração, verificou-se um aumento, dos excrementos encontrados na área envolvente deste PE (Roque et al. 2012). A elevada regularidade no número de excrementos detetados na área afeta a este PE continuou até 2015 (presente relatório). Os resultados não identificaram impactes negativos durante a fase de exploração deste PE, mas sim uma tolerância por parte do lobo, uma vez que a sua presença foi mantida contínua e intensa nesta área.

O PE Testos I iniciou a sua construção em 2007 e encontra-se em exploração desde setembro 2008. Na situação de referência (2006) foram detetados excrementos na área envolvente deste PE. A fase de construção e o início da fase de exploração (3 primeiros anos) não inviabilizaram o uso regular da área envolvente do mesmo (Roque et al. 2012). Mas ao longo do PMLSD-O (presente relatório) houve irregularidade no número de excrementos encontrados, tendo sido apenas encontrados nos dois primeiros anos deste PMLSD-O. Assim, a situação regular descrita por Roque et al. (2012) durante os primeiros anos de exploração deste PE, não foi mantida ao longo deste PMLSD-O, verificando-se uma diminuição do uso na fase de exploração, com possíveis impactes negativos resultantes da implantação deste PE.

PE Testos II iniciou a sua construção em 2010 e encontra-se em exploração desde junho 2011. Durante a fase de situação de referência (2006, 2007, 2008 e 2009) foram sempre encontrados excrementos quer no interior, quer na área envolvente deste PE, apresentando uma utilização do espaço regular e intensa (Roque et al. 2012). Contudo, e apesar de no início da fase de exploração terem sido encontrados excrementos no interior e área envolvente do mesmo (ano I e II do presente relatório), nos últimos dois anos de monitorização não foram detetados quaisquer indícios de presença. Esta aparente regressão, leva a considerar, no período temporal deste relatório que a presença do lobo nesta área é irregular. Assim, a

exploração deste PE parece ter condicionado a presença do lobo. O PE Testos II possuiu grandes dimensões (22 aerogeradores) e terá um efeito cumulativo com o PE Testos I. Assim, a exploração do PE Testos II, e o possível efeito cumulativo com o PE Testos I, poderá ter levado a um afastamento do lobo na área envolvente a estes PEs.

### 6.3. Avaliação das medidas de minimização nos PEs (exploração e construção)

A avaliação das medidas de minimização relacionadas com o lobo ibérico previstas para a fase de foi efectuada, nomeadamente a eficácia da colocação de cancelas nos Parques Eólicos uma vez que apenas esta medida de minimização está definida como tal para a fase de exploração. Com esse objetivo, uma das tarefas executadas durante as campanhas de campo de prospecção de indícios de presença de lobo no âmbito do Plano de Monitorização do Lobo (PML) nos últimos anos, foi a verificação da situação das cancelas (abertas ou fechadas). Consequentemente, foram elaborados mapas com a localização dos indícios encontrados nos últimos 4 anos e a localização das cancelas, sendo que foram verificadas as cancelas dos Parques Eólicos que integram o PMLSD-O e onde existem transeptos de prospecção na sua área de incidência.

Conforme se pode constatar pelos resultados apresentados na tabela 27, na maioria das verificações, as cancelas encontravam-se abertas. Estas verificações reportam ao período relativo ao ano IV (outubro de 2014 a setembro de 2015). Relativamente à análise espacial indícios vs. cancelas (Figura 55, 56, 57 e 58) podemos observar que o deficiente encerramento das cancelas não inviabiliza a presença de lobo nas zonas dos PEs. Nos PEs onde não foram detetados indícios, verificamos que essa situação já se verificava anteriormente à sua construção (ex: núcleo do SubPE Arada - Manhouce). Tendo em consideração o objetivo das cancelas de reduzir o acesso/volume de tráfego não autorizado ao interior dos PE's, pelo facto de se verificar sistematicamente o seu não eficaz encerramento, estas aparentemente não estão a ser efetivas. No entanto, essa deficiente funcionalidade parece não ter implicação na utilização dessas áreas por parte do lobo. Chamamos, no entanto à atenção, que as ilações extraídas devem ser encaradas com prudência pois trata-se de uma análise muito empírica, baseada numa pequena amostra, ou seja, um reduzido nº de indícios (caraterístico destas alcateias), numa área muito abrangente, onde existem cancelas pontualmente, que poderiam eventualmente limitar a acessibilidade a áreas muito restritas quando comparadas com a área utilizada por uma alcateia, acrescentando o facto que

existem cumulativamente muitos outros factores de perturbação que não são passíveis de controlo com visitas ao campo esporádicas.

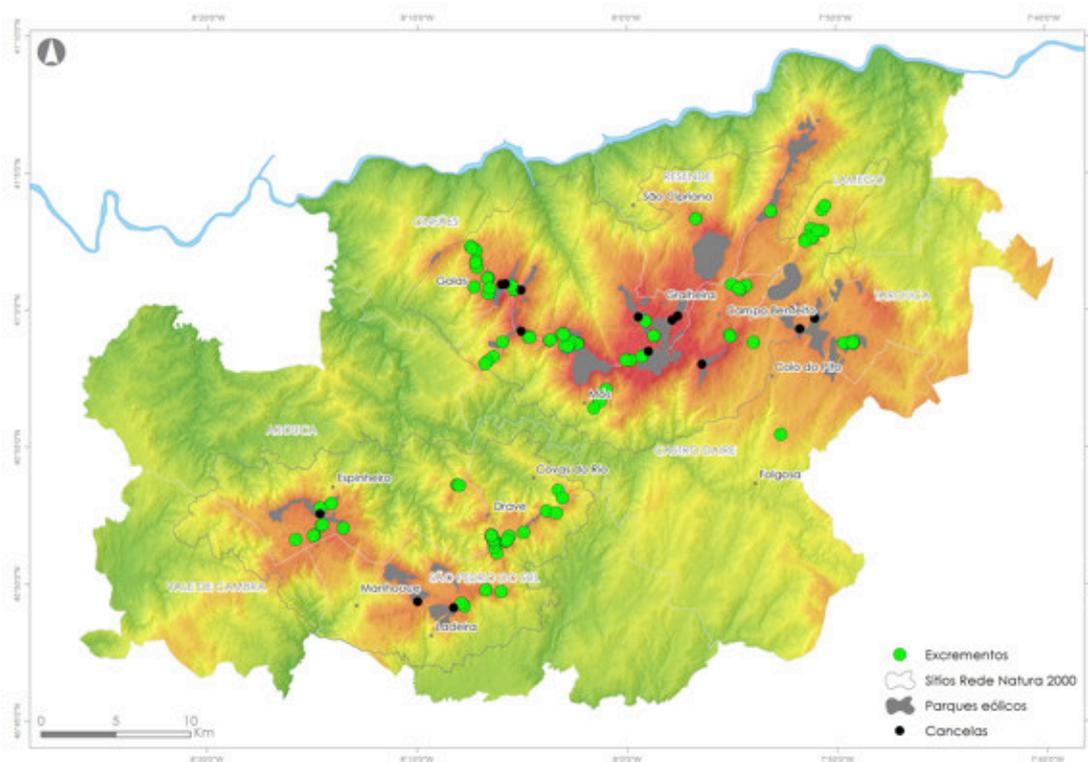
Apesar dos resultados obtidos, tendo em consideração as características ecológicas do lobo, consideramos, ainda assim, que medidas que promovam uma maior tranquilidade das áreas de distribuição desta espécie deverão ser mantidas, especialmente nas proximidades de centros de atividade.

**Tabela 27.** Avaliação das medidas de minimização, no que concerne à eficácia das cancelas nos Parques Eólicos.

PE ou SubPE	Nº cancelas	Nº vezes verificada*	% aberta	Observações
subPE Aveloso	1	0	-	Fora de percurso Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação da integridade das cancelas e do seu fecho. A O&M (equipa de operação e manutenção) recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
subPE Carvalhosa	1	0	-	Fora de percurso Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação da integridade das cancelas e do seu fecho. A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
núcleo do SubPE Arada-Manhouce	1	0	-	Fora de percurso Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação da integridade das cancelas e do seu fecho. A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
subPE Picão	1	9 vezes	100%	Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação da integridade das cancelas e do seu fecho. A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
núcleo do SubPE Arada - Sta. Cruz da Trapa	1	0	-	Fora de percurso Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação da integridade das cancelas e do seu fecho. A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.

subPE Cinfães	1	11 vezes	80%	A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
subPE Bustelo	1	0	-	Fora de percurso A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
S. Macário II	2	0	-	Fora de percurso
S. Pedro	1	10 vezes	100%	-
Tendais	1	11 vezes	100%	-
Testos II	1	0	-	Fora de percurso A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
Freita I	1	13 vezes	62%	A cancela foi vandalizada, deixando de ser efetiva. Apesar da cancela estar fechada, ela está partida deixando passar carros.

\* durante a prospeção de campo, era verificado se a cancela se encontrava fechada ou aberta.



**Figura 55.** Localização dos excrementos contabilizados no ano I e a localização das cancelas dos PEs.





## SECÇÃO VII CONCLUSÕES

### 7.1. Súmula dos resultados obtidos

No presente ano do PMLSD-O (ano IV), a serra da Arada (zona este de ocupação da alcateia da Arada) continua a ser a zona com maior intensidade de utilização, padrão semelhante aos anos anteriores. Todavia, realça-se a manutenção do uso regular do espaço por parte do lobo na serra da Freita, padrão que já tem vindo a ser notado nos anos anteriores. Foram identificados os dois centros de atividade referidos anteriormente: “Rio Paivô-Gourim” e “Cabria-Corvo” com base nas condições de *habitat* propícias à reprodução e principalmente, no historial da alcateia da Arada de anos anteriores. A reprodução foi considerada como provável. Relativamente à ocorrência de ataques de lobo-ibérico ao gado, foi registado um total de 50 ataques, nas serras da Freita e Arada, sendo as freguesias de São Martinho das Moitas - Covas do Rio e Cabreiros - Albergaria da Serra as mais afetadas.

Relativamente à alcateia da Montemuro, o lobo ibérico possuiu uma presença regular na generalidade da zona este da serra de Montemuro, nomeadamente numa faixa oeste-centro, ainda que com mais intensidade e regularidade em algumas zonas. Os três centros de atividade (“Balsemão”, “Penedo do Nuno” e “rio Casas Paivô-Alagoa”) identificados anteriormente com base nas condições de *habitat* propícias à reprodução e no historial desta alcateia foram confirmados. Não foi possível confirmar reprodução no presente ano de monitorização, tal como nos anos anteriores.

No que concerne à alcateia de Cinfães, o lobo-ibérico possui uma presença regular na generalidade da zona oeste da serra de Montemuro, sendo a sua presença mais intensa na região centro-oeste. Também nesta alcateia foram confirmados os dois centros de actividade identificados em relatórios de monitorização anteriores, sendo eles “Golas” e “Alto do Coto”. A localização destes centros de atividade, baseia-se nas condições de *habitat* propícias e na elevada concentração de excrementos encontrados na proximidade, ao longo do período de monitorização e na informação de anos anteriores. Não foi possível confirmar reprodução no presente ano de monitorização, tal como nos anos anteriores.

Relativamente aos ataques ao gado, foram contabilizados 45 ataques na serra de Montemuro, atribuíveis à alcateia de Montemuro e à alcateia de Cinfães, número inferior ao ano anterior (PMLSD-O ano III n=78), sendo Nespereira a freguesia

mais afetada; a alcateia de Cinfães é responsável pelo maior número de ataques.

De uma forma geral, o presente PMLSD-O (ano IV) confirmou haver coincidência entre as áreas usadas pelo lobo-ibérico e a localização dos PEs. Verificou-se que a maioria dos PEs se localizam em áreas que integram os territórios ocupados pelas alcateias, existindo mesmo PEs que se localizam dentro de zonas de utilização intensa e regular por parte do lobo-ibérico. Apresenta-se em seguida uma descrição mais detalhada do uso do território relativamente a parques eólicos para cada uma das alcateias em análise.

Relativamente à alcateia da Arada, verifica-se que não ocorreu sobreposição de áreas de uso intenso por parte do lobo-ibérico e a área de implementação e envolvente de Parques Eólicos, mas houve sobreposição de áreas de uso regular e algumas áreas dos PEs, nomeadamente com o núcleo do SubPE Arada- Manhouce, com o PE de Candal, com o PE de Coelheira e com o PE Freita I e II. Apesar de nenhum dos PEs abranger qualquer centro de atividade da alcateia da Arada, o Sobreequipamento Arada-Montemuro-Fase I, encontra-se na zona limítrofe do centro de atividade de Cabria.

Relativamente à alcateia de Cinfães, verifica-se que ocorreu sobreposição de áreas de uso intenso com o PE Casais, e de áreas de uso regular com a área de 4 PEs (PE Tendais, subPE Cinfães, PE Fonte da Quelha e subPE Aveloso). Nenhum dos PEs abrange qualquer centro de atividade da alcateias de Cinfães.

Relativamente à alcateia de Montemuro, houve sobreposição de área de uso intenso com o PE Lagoa D. João, e sobreposição de áreas de uso regular com o subPE Picão e subPE Bustelo. Nenhum dos PEs abrange qualquer centro de atividade da alcateias de Montemuro.

No que diz respeito à análise genética, entre outubro de 2014 e setembro de 2015, foram sujeitas a análise genética 31 amostras. Foi possível confirmar a existência de fluxo de indivíduos entre as diferentes alcateias, suportado pelo facto dos genótipos Ara4 (alcateia da Arada) e Cinf2 (alcateia de Cinfães) serem idênticos e corresponderem ao mesmo indivíduo (Ara4 – Cinf2). Este ano também foi possível confirmar hibridação entre lobo ibérico e cão doméstico, através da amostragem do cadáver do indivíduo juvenil ARAH (cria de 2014).

Relativamente ao primeiro trabalho complementar efetuado, que se encontra em anexo (Anexo II) no presente relatório, foi possível verificar que o gado caprino corresponde ao grupo de animais domésticos mais predados pelo lobo. No que concerne ao segundo trabalho complementar, onde a dieta do lobo-ibérico foi analisada nas 3 alcateias abrangidas pelo PMLSD-O, foi possível verificar que os animais domésticos constituem a maior parte da dieta deste predador, havendo uma seleção relativamente ao gado caprino em todas as alcateias. Os resultados de ambos os estudos estão em concordância e são importantes pois evidenciam o

elevado nível de predação sobre os animais domésticos, resultado da baixa diversidade e variedade de presas selvagens. Este aspeto é extremamente importante pois tem importantes efeitos no conflito Homem-lobo ibérico e consequentemente na conservação do lobo.

Os resultados obtidos no presente ano do PMLSD-O (ano IV) e nos anos anteriores deste PMLSD-O (ano I, ano II e ano III) permitem aferir que a alcateia da Arada se encontra numa situação estável, uma vez que no ano I, ano II e ano III foi confirmada reprodução e no IV a reprodução foi considerada como provável. Adicionalmente, houve uma continuidade de uso da zona correspondente à serra da Arada e um aumento de uso da serra da Freita. Apesar de não se ter comprovado reprodução em todo PMLSD-O da alcateia de Cinfães, esta parece encontrar-se também numa situação estável, uma vez que em todos os anos foram encontrados vários excrementos de lobo e foram reportados ataques ao gado feitos pelo lobo ibérico. Relativamente à alcateia de Montemuro, apesar de nos últimos dois anos (ano II e ano III) a sua situação ter sido preocupante, com um acentuado decréscimo no número de excrementos encontrados e área de distribuição muito reduzida, no presente ano de monitorização, parece que esta tendência foi invertida. Por este facto, torna-se ainda mais necessária a continuação da monitorização desta alcateia, para se conseguir avaliar o seu estado e compreender os padrões de distribuição e a dinâmica populacional. É importante perceber se as flutuações no número de excrementos encontrados estão relacionadas com uma possível reestruturação do território com a alcateia de Cinfães, uma vez que o decréscimo verificado de excrementos encontrados na alcateia de Montemuro é acompanhado por um aumento na alcateia de Cinfães, ou se poderá estar a ocorrer uma reestruturação do território com a alcateia de Leomil. As hipóteses levantadas necessitam de ser percebidas e explicadas, pelo que a monitorização desta alcateia deverá ser continuada.

De seguida, é feita uma síntese dos principais resultados obtidos ao longo do PMLSD-O (2011-2015) relativamente aos Parques Eólicos (Tabela 28).

**Tabela 28.** Resumo dos resultados obtidos ao longo do PMLSD-O (2011-2015).

<b>Parque Eólico</b>	<b>Resultados</b>
PE Serra da Freita I e II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso regular e intenso</li> <li>- exploração não inviabilizou a presença</li> </ul>
núcleo do SubPE Arada- Manhouce	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença irregular</li> <li>- recuperação do impacte negativo deste PE na fase de exploração</li> </ul>
núcleo do SubPE Arada - Santa Cruz da Trapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença irregular</li> <li>- recuperação do impacte negativo deste PE na fase de exploração</li> </ul>
PE São Macário I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso irregular e esporádico</li> <li>- monitorização deverá ser continuada</li> </ul>
Sobreequipamento Arada/Montemuro Fase I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução da presença de lobo na fase de construção, com recuperação na fase da exploração</li> </ul>
PE Alto do Talefe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso do espaço irregular</li> <li>- exploração não inviabilizou a presença do lobo</li> </ul>
subPE Aveloso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença bastante regular</li> <li>- sem aparentes impactes negativos resultante da fase de exploração,</li> </ul>
subPE Bustelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irregularidade no padrão de uso</li> </ul>
PE Cabril	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso irregular</li> <li>- a exploração deste PE não inviabilizou a presença do lobo</li> </ul>
subPE Carvalhosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença irregular e reduzida</li> <li>- recuperação na utilização do espaço na área envolvente a este PE na fase de exploração</li> </ul>
PE Casais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso muito regular</li> </ul>
subPE Cinfães	<ul style="list-style-type: none"> <li>- padrão de utilização do espaço bastante regular e intensa</li> </ul>
PE Fonte da Quelha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- padrão regular e contínuo de utilização do espaço</li> </ul>
subPE Picão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- padrão de uso irregular e esporádico</li> <li>- não foram identificados impactes negativos da exploração deste PE</li> </ul>
PE Pinheiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença irregular e reduzida</li> </ul>
PE São Pedro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presença contínua e intensa</li> <li>- não foram identificados impactes negativos durante a fase de exploração</li> </ul>

PE de Sobrado	- presença regular e intensa - não foram identificados impactes negativos nas diferentes fases
PE de São Macário II	- aumento da presença de lobo na fase inicial de exploração, e uma ausência de deteção de qualquer indício de presença do lobo nos últimos dois anos de monitorização
PE Tendais	- presença contínua e intensa - não foram identificados impactes negativos durante a fase de exploração
PE Testos I	- presença irregular
PE Testos II	- presença irregular
Sobreequipamento PE S. Pedro	- presença regular e intensa

## 7.2. Medidas de minimização e compensação dos impactes dos Parques Eólicos

Como foi referido anteriormente, há vários PEs que se localizam na área de distribuição do lobo-ibérico e cuja implementação levou a um aumento significativo da acessibilidade a zonas outrora inóspitas e por esse facto, e com o objetivo de minimizar os impactes decorrentes da exploração desses PEs, tem sido definido como medida de minimização para a fase de exploração, a colocação de cancelas, em locais que são definidos caso a caso, em função da especificidade do local e da sua utilização por parte do lobo.

No entanto, em resultado da avaliação efectuada, constatou-se que as cancelas estão a maioria das vezes abertas. Para contrariar esta tendência, alguns promotores têm contratado vigilantes, que entre outras tarefas, têm a obrigação de fechar as cancelas, e têm vindo a desenvolver ações de formação sobre esta temática dirigidas aos técnicos afetos à manutenção dos PEs.

Ainda que com base nos resultados obtidos, subsistam dúvidas relativamente à eficácia desta medida de minimização, considera-se que é de a manter, propondo-se a seguinte redação:

- ✓ nos PEs onde não foi implementada esta medida, dever-se-á condicionar o acesso e a circulação de veículos motorizados nos PEs, nas zonas consideradas de elevada sensibilidade (i.e. zonas próximas dos centros de atividade) através da colocação de cancelas e assegurar um eficaz encerramento das mesmas. Nesse sentido, poder-se-á promover a vigilância nos PEs, especialmente durante períodos críticos, como época venatória e

época de reprodução do lobo, e complementarmente dar formação aos técnicos afetos às ações de manutenção dos PEs.

Pelo facto de alguns destes PEs estarem sujeitos à implementação de medidas compensatórias, sugerem-se em seguida algumas que são consideradas adequadas, das quais algumas já se encontram a ser implementadas pela ACHLI:

- ✓ instalação de painéis informativos sobre o lobo-ibérico em alguns pontos chave (locais de recreio, parques de merendas, nas proximidades dos PEs), regularmente visitados pela população local e turistas, destacando a problemática da conservação do lobo-ibérico e do seu *habitat*, enquadrando os Sítios "Serras da Freita e Arada" e "Serra de Montemuro";
- ✓ promover medidas de controlo do furtivismo;
- ✓ desenvolver projetos de gestão cinegética, estabelecendo parcerias com as associações de caça de forma a criar zonas onde não se pratica a atividade cinegética, preferencialmente em zonas vitais para o lobo (presentemente a ser desenvolvida pela ACHLI);
- ✓ promover a atribuição, e posterior acompanhamento, de cães de gado a proprietários de rebanhos de ungulados domésticos, como forma de diminuir os ataques do lobo-ibérico ao gado (presentemente a ser desenvolvida pela ACHLI);
- ✓ promover a reintrodução de presas selvagens de lobo-ibérico na região, nomeadamente de corço (presentemente a ser desenvolvida pela ACHLI);
- ✓ aumentar a consciência pública relativamente à problemática de conservação do lobo-ibérico realizando campanhas para informar e sensibilizar o público em geral e os agentes de conservação (presentemente a ser desenvolvida pela ACHLI);
- ✓ desenvolver projetos de gestão florestal que incluam a instalação, melhoria e consolidação de áreas florestais, nomeadamente na florestação com espécies autóctones, e a gestão de áreas direcionada à promoção de regeneração natural: os matos altos e as silvas não devem ser retirados totalmente, de modo a continuarem a fornecer abrigo e alimento aos animais que ocupam essas áreas (presentemente a ser desenvolvida pela ACHLI).

## SECÇÃO VIII

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre AS, Cândido AT, Petrucci-Fonseca F (2000) A população portuguesa a sul do rio Douro. *Galemys* nº especial: 113-122.
- Álvares F, Pereira E, Petrucci-Fonseca F (2000) O lobo no Parque Internacional Gerês-Xurés. Situação populacional, aspectos ecológicos e perspectivas de conservação. *Galemys*, 12: 223-239.
- Álvares F, Quaresma S, Ferrão da Costa G (2005) *Plano de monitorização do lobo-ibérico nos Parques Eólicos da Serra da Freita (Freita I e Freita II): análise da situação atual (Serras de Arada e Freita/Distritos de Viseu e Aveiro). Fase I. Relatório Técnico Anual*. ProSistemas – Consultores de Engenharia.
- Anderson EC, Thompson EA (2002) A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data. *Genetics* 160: 1217-1229.
- Bastos T (2001) *Estudo da ecologia de duas alcateias pertencentes à população lupina a sul do rio Douro*. Relatório de estágio profissionalizante para a obtenção de licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 42pp.
- Bessa-Gomes C e Petrucci-Fonseca F (2003) Using artificial neural networks to assess wolf distribution patterns in Portugal. *Animal Conservation*, 6(3): 221-229.
- Blanco JC, Reig S, de la Cuesta L (1992) Distribution, status and conservation problems of the wolf *Canis lupus* in Spain. *Biological Conservation*, 60: 73-80.
- Blanco JC (2011) Lobo – *Canis lupus*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador A, Cassinello J (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Acedido em 20 de agosto de 2012, em: <http://www.vertebradosibericos.org/mamiferos/pdf/canlup.pdf>
- Boitani L (2000) Action Plan for the Conservation of the Wolves (*Canis lupus*) in Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. *Nature and Environment*, nº 113. Council of Europe Publishing. 84pp.
- Cabral M (coord.), Almeida J, Almeida P, Dellinger T, Ferrand de Almeida N, Oliveira M, Palmeirim J, Queiroz A, Rogado L, Santos-Reis M (eds.) (2005) *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. 1ª Edição. Instituto da Conservação da Natureza /Assírio & Alvim. Lisboa. 660pp.
- Cândido AT, Álvares F (2003) *Com olhos de ver... À descoberta da Fauna das Serras da Freita e Arada*. Tanta Serra Campismo e Desporto de Montanha, Lda. (ed.). 73pp.
- Cuesta L, Barcena F, Palacios F, Reig S (1991) The trophic ecology of the Iberian Wolf

- (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907) – A new analysis of stomach's data. *Mammalia*, 55: 239-254.
- Delgado S, Gironde M e Sire JY (2005). Molecular evolution of amelogenin in mammals. *Journal of Molecular Evolution*, 60:12-30.
- Eggermann J, Ferrão da Costa G, Guerra AM, Kirchner WH, Petrucci-Fonseca F (2011) Presence of Iberian wolf (*Canis lupus signatus*) in relation to land cover, livestock and human influence in Portugal. *Mammalian Biology*, 76(2): 217-221.
- Gittleman JL e Gompper ME (2001) Ecology and evolution. The risk of extinction – what you don't know will hurt you. *Science*, 291(5506): 997-998.
- Godinho R, Lopes S, Ferrand N (2007). *Estudo da diversidade e da estruturação genética das populações de lobo (Canis lupus) em Portugal. Relatório Final*. CIBIO/UP. 51pp.
- Godinho R, LLaneza L, Blanco JC, Lopes S, Álvares F, García EJ, Palacios V, Cortés Y, Talegón J e Ferrand N (2011) Genetic evidence for multiple events of hybridization between wolves and domestic dogs in the Iberian Peninsula. *Molecular Ecology*, 20 (24): 5154–5166.
- Grilo C, Moço G, Cândido AT, Alexandre AS, Petrucci-Fonseca F (2002) Challenges for the recovery of the Iberian wolf in the Douro river south region. *Revista de Biologia*, 20: 121–133.
- Harrington FH e Mech LD (1982) An analysis of howling response parameters useful for wolf pack censusing. *Journal of Wildlife Management*, 46: 686-693.
- Harris S, Cresswell WJ, Forde PG, Trewhella WJ, Woollard T, Wray S (1990) Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review*, 20(2-3): 97–123.
- Instituto da Conservação da Natureza (ICN) (1997) *Conservação do lobo em Portugal. Projecto realizado ao abrigo do Contrato LIFE B4-3200/94/766 e da Acta Adicional B4-3200/95/275. Relatório final*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa. 231pp.
- Instituto da Conservação da Natureza (ICN) (2006) *Fauna, mamíferos – Canis lupus, Lobo*. Plano sectorial da Rede Natura 2000. Acedido em 20 de agosto de 2012, em:  
[http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao\\_valores\\_naturais/FAUNA/mamiferos/Canis%20lupus.pdf](http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao_valores_naturais/FAUNA/mamiferos/Canis%20lupus.pdf)
- Instituto da Conservação da Natureza (ICN) (2006a) *Sítios da Lista Nacional – Serra de Montemuro*. Plano sectorial da Rede Natura 2000. Acedido em 20 de agosto de 2012, em:  
[http://www.icn.pt/psrn2000/fichas\\_sitios/Sitio\\_SERRA%20MONTEMURO.pdf](http://www.icn.pt/psrn2000/fichas_sitios/Sitio_SERRA%20MONTEMURO.pdf)
- Instituto da Conservação da Natureza (ICN) (2006b) *Sítios da Lista Nacional – Serras*

- da Freita e Arada. Plano sectorial da Rede Natura 2000. Acedido em 20 de agosto de 2012, em:  
[http://www.icn.pt/psrn2000/fichas\\_sitios/Sitio\\_SERRAS%20FREITA%20ARADA.pdf](http://www.icn.pt/psrn2000/fichas_sitios/Sitio_SERRAS%20FREITA%20ARADA.pdf)
- Ionescu O (1993) *Current status and prospects for the wolf in Romania*. Em: Promberger C e Schröder W (eds.) – *Wolves in Europe. Status and perspectives*. 50-55pp. Munich Wildlife Society, Ettal, Germany.
- Iwase M, Kaneko S, Kim H, Satta Y, Takahata N (2007) Evolutionary history of sex-linked mammalian amelogenin genes. *Cells Tissues Organs*, 186:49-59.
- Jaeger MM, Pandit RK, Haque E (1996) Seasonal differences in territorial behavior by golden jackals in Bangladesh: howling versus confrontation. *Journal of Mammalogy*, 77(3): 768–775.
- Kalinowski ST, Taper ML & Marshall TC (2007) Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology*, 16: 1099-1106.
- Keenan K, McGinnity P, Cross TF, Crozier WW, Prodöhl PA (2013) diveRsity: An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: 782–788.
- Kernohan BJ, Gitzen RA, Millspaugh JJ (2001) *Analysis of animal space use and movements*. Em: Millspaugh JJ e Marzluff JM (eds.) – *Radio tracking and Animal Populations*. 125-166pp. Academic Press, San Diego.
- Librado P e Rozas J (2009) DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, 25: 1451–1452.
- Linnell JDC, Smith ME, Odden J, Kaczensky P, Swenson JE (1996) Strategies for the reduction of carnivore – livestock conflicts: a review. *Norwegian Institute for Nature Research Oppdragsmelding*, 443: 1-118.
- Linnell JDC, Swenson JE, Landa A, Kvam T (1998) Methods for monitoring European large carnivores – a worldwide review of relevant experience. *Norwegian Institute for Nature Research Oppdragsmelding*, 549: 1-38.
- Marshall TC, Slate J, Kruuk LEB & Pemberton JM (1998) Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*, 7: 639-655.
- Mech LD e Boitani L (IUCN SSC Wolf Specialist Group) (2010) *Canis lupus*. Em: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2012.1. Acedido em 21 de agosto de 2012, em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Mertzanis G (1994) Brown bear in Greece: distribution, present status – ecology of a northern Pindus subpopulation. *International Conference on Bear Research and Management*, 9: 187-197.
- Migli D, Youlatos D, Iliopoulos Y (2005) Winter food habits of wolves in central Greece.

- Journal of Biological Research*, 4: 217-220.
- Murphy MA, Waits LP, Kendall KC, Wasser SK, Higbee JA e Bogden R (2002) An evaluation of long-term preservation methods for brown bear (*Ursus arctos*) faecal DNA samples. *Conservation Genetics*, 3: 435-440.
- Peakall R e Smouse PE (2006) GenAEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288-295.
- Peakall R e Smouse PE (2012a) GenAEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – na update. *Bioinformatics Applications Note*, 28(19): 2537-2539.
- Peakall R e Smouse PE (2012b) GeneAEx Tutorial 4: Advanced Frequency-Based Analysis. Software Tutorial, 22 pp.
- Pfeiffer I e Brenig B (2005) X- and Y-chromosome specific variants of the amelogenini gene allow sex determination in sheep (*Ovis aries*) and European red deer (*Cervus elaphus*). *BMC Genetics*, 6:16.
- Petrucci-Fonseca F (1990) *O lobo (Canis lupus signatus Cabrera, 1907) em Portugal. Problemática da sua conservação*. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 392pp.
- Pimenta V (1998) *Estudo comparativo de duas alcateias no Nordeste do distrito de Bragança. Utilização do espaço e do tempo e hábitos alimentares*. Tese de Licenciatura. Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Pimenta V, Barroso I, Álvares F, Correia J, Ferrão da Costa G, Moreira L, Nascimento J, Petrucci-Fonseca F, Roque S, Santos E (2005) *Situação populacional do lobo em Portugal: resultados do Censo Nacional 2002/2003. Relatório Técnico*. Instituto da Conservação da natureza/ Grupo Lobo, Lisboa. 158pp+Anexos.
- Pilgrim KL, Mckelvey KS, Riddle AE, Schwatz MK (2005). Felid sex identification based on noninvasive genetic samples. *Molecular Ecology Notes*, 5:60-61.
- Pompanon F, Bonin A, Bellemain E e Taberlet P (2005) Genotyping errors: causes, consequences and solutions. *Nature Reviews Genetics*, 6(11): 847-59.
- Powell RA (2000) *Animal home ranges and territories and home range estimators*. Em: Boitani L e Fuller TK (eds.) – *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*. 65-110pp. Columbia University, New York.
- R Core Team (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 3.1.2)*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rose MD e Polis GA (1998) The Distribution and Abundance of Coyotes: The Effects of Allochthonous Food Subsidies from the Sea. *Ecology*, 79(3): 998-1007.
- Roque S, Álvares F, Petrucci-Fonseca F (2001) Utilización espacio-temporal y hábitos alimenticios de un grupo reproductor de lobos en el Noroeste de Portugal.

*Galemys*, 13(n.e.): 179-198.

- Roque S, Espírito Santo C, Grilo C, Rio-Maior H, Petrucci-Fonseca F (2005) *A população lupina a sul do rio Douro em Portugal: análise temporal, atitudes públicas e aperfeiçoamento dos corredores ecológicos. Relatório final.* Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 273pp.
- Roque S, Godinho R, Cadete D, Pinto S, Ribeiro SB, Petrucci-Fonseca F, Álvares F (2008) *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano I. Relatório Anual.* CIBIO-UP/Grupo Lobo. 116pp.
- Roque S, Godinho R, Cadete D, Pinto S, Petrucci-Fonseca F, Álvares F (2009) *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano II. Relatório Anual.* CIBIO-UP/Grupo Lobo. 195pp.
- Roque S, Godinho R, Cadete D, Pinto S, Petrucci-Fonseca F, Álvares F (2010) *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano III. Relatório Anual.* CIBIO-UP/Grupo Lobo. 141pp+Anexos.
- Roque S, Godinho R, Cadete D, Pinto S, Pedro AS, Bernardo J, Petrucci-Fonseca F, Álvares F (2011) *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano IV e Análise Integrativa dos Resultados (2006–2011).* Relatório Final. CIBIO-UP/Grupo Lobo. 193pp+Anexos.
- Schwarz CJ e Seber GAF (1999) Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science*, 14: 427-456.
- Seaman DE e Powell RA (1996) An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 7(7): 2075-2085.
- Seddon JM (2005) Canid-specific primers for molecular sexing using tissue or non-invasive samples. *Conservation Genetics*, 6: 147–149.
- Sistema de Informação do Património Natural (SIPNAT) (2012) *Caraterização de espécies – Canis lupus, Lobo.* Acedido em 20 de agosto de 2012, em: [http://www.icn.pt/SIPNAT/private/DetailheEspecie.aspx?ID\\_ESPECIE=195](http://www.icn.pt/SIPNAT/private/DetailheEspecie.aspx?ID_ESPECIE=195)
- Smietana W e Wajda J (1997) Wolf number changes in Bieszczady National Park, Poland. *Acta Theriologica*, 42: 241-252.
- Taberlet P, Waits LP e Luikart G (1999) Noninvasive genetic sampling: look before you leap. *Trends in Ecology and Evolution*, 14 (8): 323–327.
- Torres RT, Rocha RG, Cruz T, Carvalho J, Santos J, Oliveira B, Fonseca C (2012) *Plano de reintrodução do corço (Capreolus capreolus) nas serra da Freita, Arada e Montemuro. Relatório final.* Departamento de Biologia & CESAM. Universidade

de Aveiro, Aveiro. 73pp.

- Torres RT, Rocha RG, Ferreira R, Carvalho J, Oliveira B, Crus T, e Fonseca C. (2013) Plano de monitorização do lobo a sul do rio Douro – zona oeste (PMLSD-O). Relatório Final. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, 98 pp.
- Travassos P, Costa HM, Saraiva T, Tomé R, Armelin M, Ramírez FI, Neves J (2005) *A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal*. SPEA, Lisboa. 35pp.
- Vilà C, Savolainen P, Maldonado JE, Amorim IR, Rice JE, Honeycutt RL, Crandall KA, Lundeberg J e Wayne RK (1997) Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Nature*, 276: 1687–1689.
- Vilà C, Amorim IR, Leonard JA, Posada D, Castroviejo J, Petrucci-Fonseca F, Crandall KA, Ellegren H e Wayne RK (1999) Mitochondrial DNA phylogeography and population of the grey wolf *Canis lupus*. *Molecular Ecology*, 8: 2089–2103.
- Waits LP, Luikart G e Taberlet P (2001) Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Molecular Ecology*, 10: 249-256.
- Waples RS e Do C (2008) LDNE: a program for estimating effective population size from data on linkage disequilibrium. *Molecular Ecology Resources*, 8(4):753-756.
- Wilson GJ e Delahay RJ (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research*, 28(2): 151-164.
- Worton BJ (1989) Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1): 164-168.
- Yamamoto K, Tsubota T, Katayama A, Murase T, Kita I, Kudo T (2002). Sex identification of Japanese black bear, *Ursus thibetanus japonicus*, by PCR based on amelogenin gene. *Journal of Veterinary Medical Sciences*, 64(6):505-508.
- Yamauchi K, Hamasaki S, Miyazaki K, Kikusui T, Takeuchi Y e Mori Y (2000). Sex determination based on fecal DNA analysis of the amelogenin gene in Sika deer (*Cervus nippon*). *Journal of Veterinary Medical Sciences*, 62(6):669-671.
- Yoccoz NG, Nichols JD, Boulinier T (2001) Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8): 446–453.
- Zhou S e Griffiths SP (2007) Estimating Abundance from Detection-Nondetection Data for Randomly Distributed or Aggregated Elusive Populations. *Ecography*, 30 (4): 537-549.



## SECÇÃO VII ANEXOS

### Anexo I

**Tabela 29.** Plano de Monitorização do Lobo.

Nome do parque	DIA*	Processo Pós-Avaliação (PA)*	Período Construção	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
<b>Arada Montemuro</b>	1411	199	<u>Início</u> Maio/2007 <u>Final</u> Março/2009	- Implementação de Plano de Monitorização do Lobo (PML) antes da construção, durante as obras e na fase de exploração.	- Plano articulado entre vários promotores. 1 ano antes do início da construção, durante a construção e durante 3 anos após o início da exploração.	- Início Março de 2006. - Em curso.
<b>Sobreequipamento de Arada-Montemuro - 1ª Fase</b>	2487	502	<u>Início</u> Jan/2013	- Integrar o Plano de Monitorização em curso na região.	- Integrado no PM da ACHLI.	- Início Outubro de 2013. (com análise de resultados desde 2011) - Em curso.
<b>Bustelo e Cinfães</b>	1831	290	<u>Início</u> Abril/2009 <u>Final</u> Dezembro/2009	- Implementar plano de monitorização.	- Integração no PM da ACHLI.	- Início Julho de 2008 (com análise de resultados desde Março de 2006). - Em curso.
<b>Casais</b>	1464	175	<u>Início</u> Fevereiro/2007 <u>Final</u> Setembro/2007	- Implementar Plano de Monitorização a aferir com ICN por período não inferior a 5 anos.	- Duração de 3 anos, com continuação por mais 2 dependente de avaliação. - Revisão possível para além do período previsto, em função dos resultados obtidos.	- Início Julho de 2007 (com análise de resultados desde Março de 2006). - Em curso.

Nome do parque	DIA*	Processo Pós-Avaliação (PA)*	Período Construção	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
<b>Fonte da Mesa II</b>	1871	299	<u>Início</u> Julho/2009 <u>Final</u> Maio/2010	- Integrar o Plano de Monitorização em curso na região.	- Foi integrado no PM da ACHLI.	- Início Julho de 2008 (com análise de resultados desde Março de 2006). - Em curso.
<b>Freita I</b>	980	<u>120</u>	<u>Início</u> Agosto/2005 <u>Final</u> Novembro/2006	- Implementação de PML antes da construção, durante as obras e na fase de exploração.	- 2 meses antes do início da construção, durante a construção e durante 3 anos após o início da exploração.	- Início Novembro de 2004. - Em curso.
<b>Freita II</b>	981	120	<u>Início</u> Agosto/2005 <u>Final</u> Novembro/2006	- Implementação de PML antes da construção, durante as obras e na fase de exploração.	- 2 meses antes do início da construção, durante a construção e durante 3 anos após o início da exploração.	- Início Novembro de 2004. - Final em Junho de 2010.
<b>São Macário</b>	931	166	<u>Início</u> Dezembro/2006 <u>Final</u> Dezembro/2007	- Implementação de PML antes da construção, durante as obras e na fase de exploração.	- Integração no PM da ACHLI.	- Início Março de 2006. - Em curso.
<b>São Macário II</b>	1611	278	<u>Início</u> Junho/2010 <u>Final</u> Julho/2011	- 1 ano antes, construção e mínimo 3 anos de exploração. - Integrar o Plano de Monitorização em curso na região.	- Integrar o Plano de Monitorização do Lobo nas Serras da Freita, Arada, Montemuro e Leomil. - Deverão ser efectuados 3 anos em fase de exploração. - Avaliar o nível de perturbação Humana.	- Início Julho de 2008. - Em curso.
<b>Sobrado</b>	1537	217	<u>Início</u>	- Implementar Plano de	- 1 ano antes do início	- Início Julho de 2007

Nome do parque	DIA*	Processo Pós-Avaliação (PA)*	Período Construção	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
			Março/2008 <u>Final</u> Junho/2009	Monitorização.	da construção, durante a construção e durante 3 anos após o início da exploração.	(com análise de resultados desde Março de 2006) - Em curso.
<b>São Pedro</b>	907	117	<u>Início</u> Junho/2005 <u>Final</u> Março/2006	- Implementação de PML antes da construção, durante as obras e na fase de exploração.	- Uniformização com metodologias utilizadas em outros Planos de monitorização. - Autorização da APA para iniciar o Plano de monitorização conjunto em Março de 2006 (Fax 389/06/DAIA).	- Início Março de 2006. - Em curso.
<b>Sobreequipamento do PE São Pedro</b>	2482	505	<u>Início</u> Jan/2013	- Integrar o Plano de Monitorização em curso na região.	- Integrado no PM da ACHLI.	- Início Outubro de 2013. (com análise de resultados desde 2011) - Em curso.
<b>Tendais</b>	Parecer ICN 21/12/06	-	<u>Início</u> Maio/2007 <u>Final</u> Abril/2008	- Implementar Plano de Monitorização.		- Início Julho de 2007 (com análise de resultados desde Março de 2006). - Em curso.
<b>Testos</b>	Despacho Conjunto 17722/2006 Parecer ICN 4308 (2806/2005)	-	<u>Início</u> Janeiro/2007 <u>Final</u> Setembro/2008	- Integrar o Plano de Monitorização em curso na região.		- Início Março de 2006. - Em curso.
<b>Testos II</b>	1933	340	<u>Início</u> Maio/2010	- Integrar o Plano de Monitorização em curso	- Integrado no PM da ACHLI.	- Início Julho de 2008. - Em curso.

Nome do parque	DIA*	Processo Pós-Avaliação (PA)*	Período Construção	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
			Final Junho/2011	na região.		

\*Ou similar processual.

**Tabela 30.** Medidas de Minimização.

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
<b>Arada Montemuro</b>	199	<u>Construção</u> - Concentrar no tempo os trabalhos de obra. - Interdito o uso de explosivos entre Maio e Outubro - Não efectuar trabalhos entre o pôr e o nascer do sol entre Maio a Outubro <u>Exploração</u> - Colocar cancelas nos vários sub parques com sistema de monitorização	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (Plano de Acompanhamento Ambiental de Obra - PAAO). <u>Exploração</u> - Contratação de um vigilante em alternativa ao sistema de monitorização	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar Relatório de Acompanhamento Ambiental de Obra - RAAO). <u>Exploração</u> - Colocadas cancelas em todos os sub parques. - Contratado funcionário com função, entre outras, de verificação integridade das cancelas e seu fecho. - A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
<b>Sobreequipamento de Arada-Montemuro - 1ª Fase</b>	502	<u>Construção</u> - Concentrar no tempo os trabalhos de obra que causem maior perturbação. - Interditos todos os trabalhos entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA. - Interditar todos os trabalhos de construção no período que decorre entre abril e agosto, inclusive.	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO). - Projeto em fase de exploração.

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
<b>Bustelo e Cinfães</b>	290	<u>Construção</u> - Condicionamento de trabalhos que causem maior perturbação entre Abril e Setembro. - Os trabalhos de construção e movimentação de maquinaria deverão ser realizados entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol, principalmente no período de Outubro a Março. <u>Exploração</u> - Implementar barreiras que impeçam a circulação de veículos motorizados nos parques eólicos.	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO). <u>Exploração</u> - Definidos os locais para colocação das cancelas	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO). <u>Exploração</u> - Foram instaladas as cancelas definidas em RECAPE. - A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.
<b>Casais</b>	175	<u>Construção</u> - Interditar uso de explosivos entre Maio e Outubro - Interditar trabalhos entre o nascer e o pôr do sol entre Maio e Outubro.	<u>Construção</u> - Interditar uso de explosivos entre Maio e Outubro sempre que possível. - Interditar trabalhos entre o pôr e o nascer do sol entre Maio e Outubro com excepção para alguma betonagem.	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO)
<b>Fonte da Mesa II</b>	299	<u>Construção</u> - Condicionamento de trabalhos que causem maior perturbação entre Abril e Setembro. <u>Exploração</u> - Instalação de dispositivos que impeçam a circulação de veículos motorizados nos novos acessos.	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO e contrato de empreitada). <u>Exploração</u> - Não é necessário a interdição a veículos motorizados (caminhos existentes e públicos).	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO).
<b>Freita I</b>	120	<u>Construção</u>	<u>Construção</u>	<u>Construção</u>

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
		- Não efectuar quaisquer obras entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.	- Recomenda-se que não se efectuem quaisquer obras entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.	- Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE.
<b>Freita II</b>	120	<u>Construção</u> - Não efectuar quaisquer obras entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.	<u>Construção</u> - Recomenda-se que não se efectuem quaisquer obras entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE.
<b>São Macário</b>	166	<u>Construção</u> - Concentrar no tempo os trabalhos de obra que causem maior perturbação. - Não decorrem trabalhos entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol. <u>Exploração</u> Interditar a circulação de veículos motorizados não afectos ao empreendimento	<u>Construção</u> - Concentrar no tempo os trabalhos de obra que causem maior perturbação. - Recomenda-se que não se efectuem quaisquer obras entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol. <u>Exploração</u> - Não é necessário a interdição a veículos motorizados.	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO).
<b>São Macário II</b>	278	<u>Construção</u> - Interditar trabalhos entre o pôr e o nascer do sol entre Maio a Outubro <u>Exploração</u> - Instalação de dispositivos que impeçam a circulação de veículos motorizados nos acessos e que permitam controlar a sua eficácia.	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO). <u>Exploração</u> - Definidos os locais para colocação das cancelas	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO). <u>Exploração</u> - Foram instaladas as cancelas definidas em RECAPE.
<b>Sobrado</b>	217	<u>Construção</u>	<u>Construção</u>	<u>Construção</u>

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interditar uso de explosivos e abertura de acessos entre Maio e Outubro</li> <li>- Interditar trabalhos entre o pôr e o nascer do sol entre Maio e Outubro</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação de cancelas que impeçam a circulação de veículos motorizados nos acessos e que permitam controlar a sua eficácia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO).</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deverá ser demonstrado que serão instaladas cancelas que impeçam a circulação de veículos motorizados nos acessos e que permitam controlar a sua eficácia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO).</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram colocadas cancelas, tendo sido demonstrada a sua ineficácia à APA e ICNF.</li> </ul>
<b>São Pedro</b>	117	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentrar no tempo os trabalhos de obra.</li> <li>- Não decorrem trabalhos entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementação de barreiras que impeçam a circulação de veículos motorizados nos acessos.</li> </ul>	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO).</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definidos os locais para colocação das cancelas</li> </ul>	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO).</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Foram instaladas as cancelas definidas em RECAPE.</li> </ul>
<b>Sobreequipamento do PE São Pedro</b>	505	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentrar no tempo os trabalhos de obra que causem maior perturbação.</li> <li>- Interditos todos os trabalhos entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol.</li> </ul>	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuada a calendarização conforme definido em DIA.</li> <li>- Interditar todos os trabalhos de construção no período que decorre entre abril e agosto, inclusive.</li> </ul> <u>Exploração</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sempre que ocorra a eventual necessidade de substituição de componentes do Projeto de</li> </ul>	<u>Construção</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Consultar RAAO).</li> <li>- Projeto em fase de exploração.</li> </ul>

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
			<p>grande dimensão, que requeira intervenção de maquinaria pesada (nomeadamente grua):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- respeitar as medidas de minimização previstas para a fase de construção;</li> <li>- informar, previamente, a Autoridade de AIA da necessidade da intervenção, indicando o período em que a mesma ocorrerá.</li> <li>- remeter à Autoridade de AIA, um relatório circunstanciado que demonstre o cumprimento das medidas de minimização e a recuperação das áreas intervencionadas.</li> </ul>	
<b>Tendais</b>	Parecer ICN 21/12/06	<p><u>Construção</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não efectuar trabalhos entre o pôr e o nascer do sol entre Maio a Outubro.</li> </ul> <p><u>Exploração</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de controlo de acessibilidade, com sistema de monitorização.</li> </ul>	<p><u>Construção</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuada a calendarização conforme definido em Parecer.</li> </ul>	<p><u>Construção</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em Parecer.</li> </ul> <p><u>Exploração</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Foi instalada a cancela definida em Parecer</li> </ul>

Nome do parque	PA*	Definido em DIA*	Definido em RECAPE*	Efectuado
<b>Testos</b>	Despacho Conjunto 17722/2006 Parecer ICN 4308 (28/06/2005)	<u>Construção</u> - Restringir a construção de novos acessos. - Limitar ao mínimo indispensável a afectação de manchas florestais. <u>Exploração</u> - Encerrar com cancelas o acesso ao parque eólico.	<u>Construção</u> - Utilização apenas de acessos existentes. - Projecto elaborado de forma a minimizar a afectação de manchas florestais. <u>Exploração</u> - Não é necessário encerrar com cancelas o acesso (caminhos públicos).	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o proposto.
<b>Testos II</b>	340	<u>Construção</u> - Concentrar trabalhos fora do período Abril Setembro. - Evitar os trabalhos de construção durante a noite e período crepuscular, nomeadamente entre uma hora antes do pôr-do-sol e uma hora depois do nascer do sol, principalmente no período de Outubro a Março. - Restrito o uso de explosivos das 10 às 17. - Interditar a zona sensível para o lobo a quaisquer actividades da obra. <u>Exploração</u> - Instalação de dispositivos que impeçam a circulação de veículos motorizados nos acessos	<u>Construção</u> - Efectuada a calendarização conforme definido em DIA (PAAO e contrato de empreitada). - Não serão utilizados explosivos no período indicado (PAAO e contrato de empreitada). - Medida incluída em fase de projecto (elemento do projecto mais próximo 800m da zona sensível). <u>Exploração</u> - Definidos os locais para colocação das cancelas	<u>Construção</u> - Execução dos trabalhos de acordo com o estipulado em DIA e em RECAPE (Ver RAAO). <u>Exploração</u> - Foram instaladas as cancelas definidas em RECAPE. - A O&M recebeu sensibilização e indicações para manter as cancelas fechadas.

\* Ou similar processual.

**Tabela 31.** Medidas de Compensação.

Nome do parque	PA	Definido em DIA	Definido em RECAPE	Efectuado
<b>Arada Montemuro</b>	199	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2006.
<b>Sobreequipamento de Arada-Montemuro - 1ª Fase</b>	502	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2015.
<b>Bustelo e Cinfães</b>	290	- Deverá ser criada, em exclusivo para a conservação da natureza e da biodiversidade, uma área com características idênticas àquela em que o presente projecto será implementado.	- Arrendar uma área de 32,5 ha conforme declaração de Compromisso da ENEOP2 (em anexo).	- Aguardam indicação por parte do ICNF da área a arrendar no PN Alvão com os habitats seleccionados.
<b>Casais</b>	175	- Implementar um plano de medidas compensatórias. - Criação de fundo de conservação.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2007.
<b>Fonte da Mesa II</b>	299	- Deverá ser criada, em exclusivo para a conservação da natureza e da biodiversidade, uma área com características idênticas àquela em que o presente projecto será implementado.	- Arrendar uma área de 12,5 ha conforme Declaração de Compromisso da ENEOP2 (em anexo).	- Aguardam indicação por parte do ICNF da área a arrendar no PN Alvão com os habitats seleccionados.
<b>Freita I</b>	120	- Não foram definidas medidas compensatórias.		

Nome do parque	PA	Definido em DIA	Definido em RECAPE	Efectuado
<b>Freita II</b>	120	- Não foram definidas medidas compensatórias.		
<b>São Macário I</b>	199	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2007.
<b>São Macário II</b>	166	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2009.
<b>Sobrado</b>	217	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Em regularização. Proposta de regularização enviada à APA.
<b>São Pedro</b>	117	- Apresentar medida de compensação para o lobo.	- Criação de um Fundo ambiental para gestão do habitat do lobo.	- Fundo do Lobo desde 2006.
<b>Sobreequipamento do PE São Pedro</b>	505	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2015.
<b>Tendais</b>	Parecer ICN 21/12/06	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo.	- Contribuir para o Fundo do Lobo.	- Fundo do Lobo desde 2007.
<b>Testos</b>	Parecer ICN 4308 28/06/05	- Não foram definidas medidas compensatórias.		
<b>Testos II</b>	340	- Implementar medidas compensatórias para o Lobo. - Deverá ser criada, em exclusivo para a	- A Eólica do Alto Douro, SA. compromete-se em colaborar nos projectos desenvolvidos pela Associação de Conservação do	- Fundo do Lobo desde 2014. - Aguardam indicação por parte do ICNF da área a arrendar no PN Alvão com os habitats

Nome do parque	PA	Definido em DIA	Definido em RECAPE	Efectuado
		conservação da natureza e da biodiversidade, uma área com características idênticas àquela em que o presente projecto será implementado.	Habitat do Lobo Ibérico - Arrendar uma área de 32,5 ha conforme declaração de Compromisso da ENEOP2 (em anexo).	seleccionados.

\* Ou similar processual.

## Anexo II

### 1. Factores predisposing livestock to wolf depredation

#### Introduction

##### 1.1 *Canis lupus*

*Canis lupus* is one of six species belonging to the *Canis* genus, of the family Canidae (Wilson and Reeder 2005). Although having the common name wolf, its' vast number of subspecies include the domestic dog (*C. lupus familiaris*), and the dingo (*Canis lupus dingo*), which is result of domestication and selective breeding (Mech and Boitani 2006; Wilson and Reeder 2005).

The history of the *Canis* genus dates back to between 4,5 to 9 million years in North America during the late Miocene when the first species of the genus arose (Nowak 2006). During this period in time the Earth was undergoing constant transformations. While the climate was cooling, the landscape was transmuting from dense forests into grasslands and steppes. Those were the times of adaptation, survival and the ideal conditions for the development of mid-size intelligent canids (Nowak 1979, 2006). The first life form of canids known to exist, *Canis lepophagus*, resembled small coyote-like creatures with small and delicate skulls, and was probably the ancestor and the evolutionary divergent point of the wolf and coyote lineage (Nowak 2006). Due to the migration of this genus, the early *Canis* spread very easily and began colonising Eurasia, where a relative of this species already inhabited it, *C. arnensis*. It was here that this genus evolved into the modern wolves we all know today, *C. lupus*. The hypothesis presented by Nowak, in 2006, is that after *C. lepophagus* arrived in Eurasia, the process of evolution lead to the origin of *C. etruscus* during the Early Pliocene, predominating over other potential species of canids although there is not much information if *C. etruscus* originated from interspecies breeding of *C. arnensis* and *C. lepophagus* or individually. It was during this time that the species began evolving into larger wolves, and by the Middle Pliocene era the species *C. mosbachensis* originated, becoming the dominant species (Nowak 2006).

*C. mosbachensis* is known to be the ancestor of the modern wolves, having been divided into *C. rufus*, and *C. lupus* as well as being the ancestor of the modern domestic dog, *C. familiaris* (Nowak 2006). During the Late Pleistocene modern wolves, *C. lupus*, recolonized North America probably by crossing the Bering Strait (Chambers *et al.* 2012; Nowak 1979, 2006; Vila *et al.* 1999; Weckworth, Talbot, and Cook 2010) Multiple events of colonization occurred (Chambers *et al.* 2012; Nowak 2006; Vila *et al.* 1999), establishing itself as the dominant species, eventually leading to the extinction of *C. dirus*, and retreat of *C. rufus*. Due to his high capacity for adaptation, adjusting morphologically with time and to their environment, the *C. lupus* easily became the largest and most vast distributed species of wild *Canis* in the planet, being the second terrestrial animal with the most extensive range (Nowak 2006).

*C. lupus* were originally distributed throughout all the northern Hemisphere, in habitats rich in ungulate species. Given its' adaptability and diet flexibility, any animal could become his prey, from wild to domestic animals (Luigi Boitani 2000; Chambers *et al.* 2012; Mech and Boitani 2006; Mech 1995). In times of need, the wolf will become a scavenger or resort to the ingestion of fruits and berries. They have the ability to consume as much as 10kg of food at a time or fast for months if need be. Regarding hunting, they have the optimum physical conditions, being able

to run at an average velocity of 56-64km/h, swim for as far as 13km or travel a distance of 72km/day (Mech and Boitani 2006). Habitat wise, these remarkable animals can inhabit a vast type of landscapes ranging from forest to tundra containing many types of different vegetation ( Boitani 2000; Mech and Boitani 2006; Vila *et al.* 1999), are able to survive temperatures ranging from -56° to +50°C and if they are able to use all their adaptation skills, they can live for 13 years or longer in the wild, and as long as 17 years in captivity (Mech and Boitani 2006).

In terms of morphology, wolf measurements span from 110 to 148cm from head to coccyx, and the tail being less than  $\frac{3}{4}$  of its body length. Footpad to shoulder measurements range from 50 to 70cm. The skull is wide and heavy, having a long rostrum and a developed sagittal crest complemented with triangular ears 10 to 11cm long. Regarding its dental anatomy, they have 42 teeth, the carnassial teeth being the strongest. Their weight ranges from 20 to 80kg with females being smaller and lighter than males. Their fur is mainly uniform but variable in colour, ranging from pure white in the arctic areas, to brown, reddish and various shades of grey, being conditioned by age, sex, season and health condition of the individual (Boitani 2000).

According to Boitani (2000), European wolf population had been reduced to small, remnant populations in Portugal, Spain, Italy, Greece, Finland and some eastern countries. Nowadays, this tendency has inverted, and the presence of wolves expanded throughout Europe inhabiting 28 countries in an estimated area of 798.300km<sup>2</sup>. This makes wolves the 2<sup>nd</sup> most abundant species of large carnivores in Europe, with numbers rounding up to 12.000 individuals (Chapron *et al.* 2014). Since wolves live in low density populational areas but have high spacial needs, one of the main problems for their conservation is human co-habitation. Since the human population is continuously growing, it implies an overconsumption of natural resources and colonization of wild spaces. This clash between human needs and wildlife makes management and conservation complex and challenging, not only due to the economic problems caused by wolves, but also due to cultural influences (Álvares 2011; Chapron *et al.* 2014; Mech and Boitani 2006). It is stated that this conflict began after the domestication process of wild ungulates, when wolves began to depredate on them endangering human livelihood (Boitani 1995; Álvares 2011) and it was also intensified due to religious and cultural beliefs where wolves were portrayed as human-eating demons or beasts such as in the well-known literature classic "Little Red Riding Hood", or the legend of the werewolf, instigating fear and loathing upon this animal (Álvares and Primavera 2004; Álvares 2011; Boitani 1995). For this reason capturing and hunting wolves was a major event in rural communities, where it was perceived as prestigious to the village and the hunter. This was done mainly by flash hunting or by "fojo", a deep pit in the ground where wolves were cornered by a hunter chasing them or lured in by a live bait, or the "goat fojo", a pit surrounded by circular walls with a live bait, usually a goat (Álvares and Primavera 2004; Álvares 2011).

Wolves possess an amazing adaptability regarding heavily transformed environments, the ability to inhabit areas of moderate human density, near urban areas, or in highly fragmented habitats (Álvares 2011; Chapron *et al.* 2014). This is because the co-existence model of wildlife conservation is being applied to a continental scale in Europe, giving predators and Humans the chance to co-exist and share the land. It is solely due to this factor that Europe is densely populated and able to sustain a healthy and growing wolf population on a continental scale (Chapron *et al.* 2014), although, in order for this co-existence to be functional there is the need to keep in mind that measures have to be taken, not only political (damage compensation due to livestock killing by wolf depredation), but also a way to foment preventive measures to be taken, especially concerning husbandry practices, including not only the use of guard dogs to livestock protection but also the implementation of technology such as electrical fences (Boitani 1995; Boitani 2000; Álvares 2004; Gazzola *et al.* 2008;

Kaartinen *et al.* 2009; Álvares 2011; Chapron *et al.* 2014).

## 1.2 *Canis lupus signatus*

Inhabiting a vast and diverse habitat range, it is normal for phenotype variation to occur at a high rate being the baseline for the description of several subspecies of *C. lupus*.

The Iberian population is relatively isolated from other wolf populations, which originated morphological changes in those same populations (Boitani 2000; Ramirez *et al.* 2006), it was first described by Cabrera in 1907 (Ramirez *et al.* 2006), but is not usually recognized as a subspecies (Nowak 2006; Ramirez *et al.* 2006), it was those morphological differences that initially led Cabrera (1907) to the conclusion that the Iberian wolf was different from others in Europe.

The Iberian wolf, *C. lupus signatus*, is differentiated by the white marking in the inferior part of the rostrum that is connected to the white marking located in the throat region. A distinct characteristic of the Iberian wolf is the pelt colour, being deeper in the Iberian, particularly in the snout, presenting a more reddish tone contrary to the grey of *C. lupus* (Cabrera 1907). It also presents a longitudinal black stripe in the anterior limbs, and a black dorsal smudge in the superior part of the tail (Godinho *et al.* 2007). In more recent times, and after genetic analysis, it was possible to assess that *C. lupus signatus* is indeed a distinct species, presenting a high level of genetic variability in the Iberian wolf population (Lucchini *et al.* 2004; Ramirez *et al.* 2006; Vila *et al.* 1999).

Although the general idea is that European wolf populations are recovering (Chapron *et al.* 2014), in Portugal, that does not seem to be the case. Having inhabited all of the Iberian Peninsula, now the Portuguese populations are confined to the northern part of Portugal, north of the river Douro, with the exception of a small area south of this river. They are now distributed over 18.000 km<sup>2</sup>, only 20% of their original area, with approximately 300 individuals (mean of 55 to 60 packs), as indicated in the census of 1994-1996. This data was then corroborated by the census of 2002-2003, meaning that the wolf status and population in Portugal was stable, but endangered (Alexandre *et al.* 2000; Álvares *et al.* 2000; Álvares 2004; Cabral *et al.* 2005; Carreira and Petrucci-Fonseca 2000; Costa 2010; Eggermann *et al.* 2011). Nevertheless, it is important to mention that these data have more than 10 years, so it is expected that the number might have changed. Generally, it is considered the existence of two subpopulations of the Iberian wolf in Portugal. The most stable is in the northern part of Portugal in the Peneda-Gerês National Park (NW Portugal), Montesinho Natural Park (NE Portugal) and Alvão Natural Park (central North Portugal). This can be explained due to the proximity to the Spanish border, posing a strong influence in maintaining the population stable and contiguous with the Spanish population (Alexandre *et al.* 2000; Álvares 2004, 2011; Carreira and Petrucci-Fonseca 2000; Costa 2010; Delibes 1990; Grilo *et al.* 2004).

During the 20<sup>th</sup> century the Portuguese lupine population suffered an accentuated decrease. This was caused due to the increased road network construction, deforestation, lack of wild prey and human persecution (Alexandre *et al.*, 2000; Álvares *et al.*, 2000; Álvares, 2004; Ramirez *et al.*, 2006; Costa, 2010; Eggermann *et al.*, 2011). Consequently, the wolf is now classified as an endangered species in this country since 1990 (Bessa-Gomes and Petrucci-Fonseca 2003; Cabral *et al.* 2005), which lead to its protection by the Law 90/88 in 1988 and Law Decree n.º 139/90 in 1990, prohibiting hunting or capture, the destruction or degradation of its habitat, and disturbance of any animal, especially during the reproduction season (Alexandre *et al.* 2000). The Iberian wolf is listed as "Endangered" in the Portuguese Red Data Book (Cabral *et al.*

2005) with about 30% of its distribution area located in the National Portuguese Protected Areas or Natura 2000 Network sites (Cabral *et al.* 2005). This top predator is considered a priority subspecies for conservation and is included in the Bern Convention (Annex II), CITES and Habitats Directive (92/43/ CEE).

### 1.3 Subpopulation South of Douro River

The subpopulation inhabiting is divided in two fragile nuclei (Arada-Freita and Montemuro-Cinfães), divided in 6 confirmed packs (additionally 3 probable packs), with three confirmed familiar groups (Arada, Montemuro and Cinfães packs). They are distributed through an area of 3800 km<sup>2</sup>, with densities of 1,3 wolves/km<sup>2</sup>. Average home ranges of the packs ranges between 230 and 350 km<sup>2</sup>, higher than the values obtained for some of the area packs (Grilo *et al.* 2002), including the packs on the north of the river. This is a small, isolated and highly fragmented population in danger of extinction, mainly by the lack of connection with the others Iberian wolf populations (Alexandre *et al.*, 2000; Álvares 2011; Carreira and Petrucci-Fonseca 2000; Godinho *et al.*, 2007). Their isolation results in high levels of reproduction instability and decrease of genetic diversity and flow (Godinho *et al.*, 2007; Grilo *et al.* 2002; Pimenta *et al.* 2005), to complicate this situation there are only two protected areas, Natura 2000 network sites, that present all the requirements for wolf population to survive the "Serra Montemuro" (PTCON0025) and "Serra Freita-Arada" (PTCON0047) that account for 40% of Wolf Population south of Douro River (Álvares 2011; Costa 2010; Delibes 1990).

### 1.4 Rationale behind this study

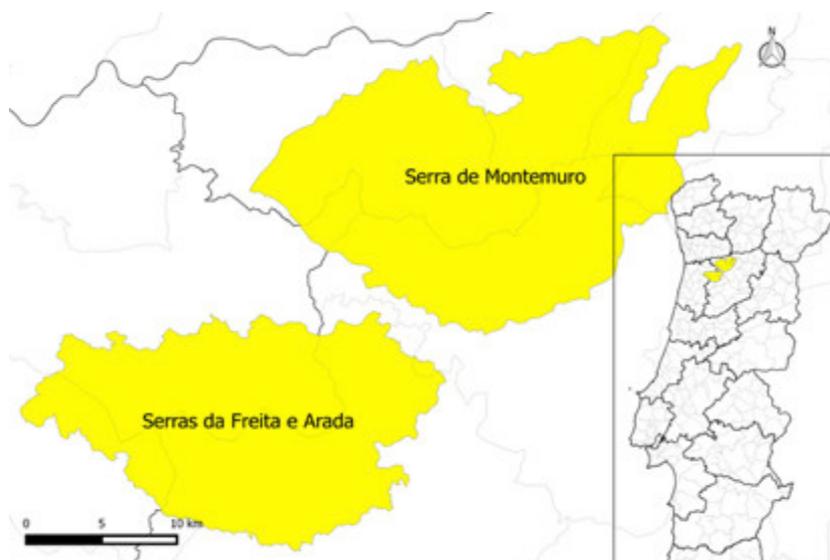
The major reason for conflict between humans and carnivore predators is livestock depredation. This is particularly important in areas where these predators inhabit where wild prey densities are low (Athreya *et al.* 2013; Mech and Boitani 2006). Despite wolves are generalists, their main preys are wild ungulates, and since they are able to assess the cost/benefit of every hunt and only go for the one with the highest success rate, usually by spotting the least fit animal (Mech and Boitani 2006). When hunts are unsuccessful, or prey density is low, wolves have to adapt, expand and disperse, colonizing new areas, or incorporate other depredation habits, meaning that their diet will depend on livestock almost solely (Athreya *et al.* 2013; Mech and Boitani 2006). This is an obvious reason for major conflict between rural communities and wildlife, having a negative impact on the rural economy, since in some areas, livestock is their main income source (Álvares 2011; Berger 2006; Mech and Boitani 2006). This is of the utmost importance in Portugal due to the challenge and effort it presents for wolf conservation (Álvares, 2011; Torres *et al.* 2015). Since these losses of livestock to wolf depredation are compensated by the Government, each year the reports in areas inhabited by the Iberian wolf is around € 1,000,000, corresponding to about 2,400 attacks (R. Rodrigues, personal communication). This conflict is historical and deeply rooted one in our rural population, instigating the persecution of these animals ultimately associated with high mortality rates (Álvares and Primavera 2004; Álvares 2004, 2011; Grilo *et al.* 2004; Mech and Boitani 2006). Wolves are highly dependent on domestic ungulates because they are their main prey in Central Portugal. This is particularly worrying in our study area (Serra Arada-Freita and Serra Montemuro), where livestock accounts for more than 90% of its low diversified diet

(Torres et al. 2015). This is the effect of low density and diversity of wild ungulates, being the predominant species the wild boar (*Sus scrofa*, Linnaeus 1758). Only a total of five species account for wolves' diet in this region, and the three most abundant species are domestic ungulates, the most abundant is the domestic goat, representing more than 50% of its diet, followed by cow and sheep. Regarding wild prey, wild boar is consumed, although it only accounts for less than 5% of its' diet, and lagomorphs were only found in one pack representing only 1% (Torres, et al. 2015). In order to improve the wolf-human co-habitation there is the need for a better understanding of territorial fluctuation and underlying causes of depredation events. Within this framework, the purpose of this study was to assess the factors predisposing wolf depredation on goats, sheep and cattle, therefore describing livestock availability and some environmental characteristics of the study area. I hypothesize of the importance of livestock density, distribution and husbandry practices and its impact on wolf attacks on livestock. This study will provide data to be used in the management of depredation events and conservation of wolves in our beautiful and rich central area of Portugal. This project was possible as a consequence of the Iberian Wolf Monitoring Program in Areas of Eolic Parks in Serras Freita, Arada, and Montemuro, being currently underway by the Wildlife Research Unit in partnership with ACHLI – Association for the Iberian Wolf Habitat Conservation. This monitoring program has a field work component where I was associated.

## Material e Methods

### Study area

This study was conducted in Central Portugal, in the mountain ranges of Arada, Freita and Montemuro (Fig. 1) with an area of 750 km<sup>2</sup> being part of two sites of Natura 2000 Network. The packs located on this area are referred as the most isolated and fragmented from the south of the Douro river (Pimenta et al. 2005). One of the main reasons for this is territorial fragmentation, mainly due to the construction of highway A24 and is also limited by the existence of the river to the north, although the existence of the river does not mean total isolation, since Godinho et al. reported migrations in 2007.



**Fig. 1 - Study Area**

The main economical livelihood in these areas is livestock and agriculture, all across the study area pastures and agricultural fields are found, which are crossed by several rivers and streams, and ruminants are predominantly using uncultivated lands to graze on (Fig. 2 & 3) (Cruz *et al.* 2014; Torres *et al.*, 2015). The only wild ungulate present in the region is the Wild Boar, *Sus scrofa*, (Cruz *et al.* 2014; Torres *et al.* 2015), while domestic ungulates present are goats (*Capra hircus*), sheep (*Ovis aries*), horses (*Equus ferus caballus*) and bovine (*Bos taurus*). Husbandry practices are antiquated and free range is usually the preferred method. Sheep (Fig. 3), and goat herds (Fig. 2) generally graze together in the presence of a shepherd and/or sheepdogs, although goats tend to disperse across the mountains. Cows graze alone freely all year round (Fig. 3), and all livestock sometimes is locked in barns during nighttime (Torres, *et al.* 2015). Human population is dispersed through the valleys, in small villages with a population density of about 43 inhabitants/km<sup>2</sup> (Cruz *et al.* 2014; Torres *et al.* 2015).

### Arada-Freita

This area is mainly influenced by Mediterranean climate, with high oceanic influence, promoting occurrence of rare and diverse specie and high levels of precipitation. Having an



**Fig. 2 - Goats in free range in Aveloso, Cinfães.**



**Fig. 3 - Free range without dogs or shepherd, in Macieira, Cinfães**

area of 287km<sup>2</sup> and maximum altitude of 1.085m (Freita) and 1.071m (Arada) with steep slopes, some plateau, dominated by the rural landscape, characterized by agricultural areas and forest. This area is composed mainly by forest (66%), scrubland (14%), agricultural lands (10%)

and urban areas (10%). In terms of flora diversity, the area consists mainly of different types of shrubs (e.g. *Ulex minor* and *Erica tetralix*). Regarding trees, the ones in the area are English oak *Quercus robur*, the Pyrenean oak *Quercus pyrenaic*, European holly *Ilex aquifolium* and Black alder *Alnus glutinosa*. This area is present two flora Iberian endemism *Narcissus cyclamineus* and *Woodwardia radicans*.

### Montemuro

Protected area with 388km<sup>2</sup>, dominated by Massif Mountain which highest altitude is 1381m. Like Serra Arada-Freita, climate is mainly Mediterranean, and is one of the ten areas with highest precipitation levels in Portugal. This area is composed by scrublands (38%), agricultural areas (30%), forest (26%) and urban areas (6%). Regarding flora diversity, moorlands are highly represented by *Erica ciliaris* and *E. tetralix*. Regarding trees, Black alder *Alnus glutinosa*, Ash *Fraxinus excelsior* and the Pyrenean oak *Quercus pyrenaic* are the most common. Habitats are highly conserved presenting great levels of biologic diversity. The most concerning threat for wildlife conservation are forest fires (between 1999 and 2003 55% of the area burned) and construction of infrastructures and communication network (e.g. A24 construction resulted in fragmentation of wolf habitat).

### Data evaluation

In order to assess the factors that may lead to wolves predisposingly depredate on livestock, data from attacks on livestock ranging from 2006 to 2013 was analysed. Data was provided by Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF). The main information contained in the data sheets were date of the occurrence, location (including coordinates), depredated species and if the attack was confirmed to be of wolf. Some additional information was also present, although not common to every sheet, such as depredated specie, sex and age of the depredated animal, and value of the monetary compensation when there was in fact an attack, this was due to the fact that this data was collected by different people throughout the years.

An initial selection was made in order to separate the results of the reported attacks, excluding the ones with a negative outcome (inconclusive results or depredation caused by wild dogs). The ICNF technicians confirmed *in situ* that an attack was of wolf if 1) the placement of teeth marks on the bite area, usually larger preys are usually bitten on the hindquarter, flanks, and upper shoulder, while younger and smaller prey are bitten on the throat, head, neck, back, and hind legs; 2) the pattern and extent of the feeding; 3) existence of tracks, scats and hair near the carcass is also used as evidence (Mech and Boitani 2006). Posteriorly, a database of the confirmed wolf attacks was created, including 1) date; 2) UTM location; 3) species; 4) quantity 5) condition and 6) age of attacked animal and whether or not there was some kind of lookout in the area such as 7) shepherd or 8) guard dogs.

In order to proceed with the conflict resolution between shepherd-wolf, and also to contribute to the decrease of hostility towards this predator, a monetary incentive was created. The livestock owner is able to file for compensation, and if wolf in fact depredated the animal, the shepherd gets a monetary compensation, which depends on the species depredated. Shepherds usually complain about the time it gets from the attack to get the money, which obviously increases even more the hostility.

### Data presentation

In order to better understand the attack distribution and possible existence of a depredation pattern, database information was used to create maps of the attacks. QGIS Desktop 2.8.2 was used for this purpose, creating maps divided by study site, Serra Arada-Freita and Serra Montemuro, displaying attacks' spatial distribution and a heat map representing attack density by km<sup>2</sup>.

To test that these attacks may have been influenced by the surrounding environment characteristics, correlation between the main land usages of the study area with the locations suffering from wolf depredation was made. For this correlation, a map was created using data from 2006 Corine Land Cover (CLC), using QGIS Desktop 2.8.2.

### Field Work

Field work was done on a monthly basis, collecting data regarding husbandry practice in the study area. The variables used consisted in classification of the grazing system, 1) date; 2) location; 3) grazing along transect; 4) vegetation type; 4) the species of livestock; 5) free-range or fenced; 6) pasture containing shepherd and/or guard dogs and 7) type of road pavement. These variables were then compared to the database of confirmed wolf attacks in order to establish a possible correlation between the confirmed attack locations and the areas husbandry practice, in order to recognize any common variables that may predispose livestock to wolf depredation.

### Results

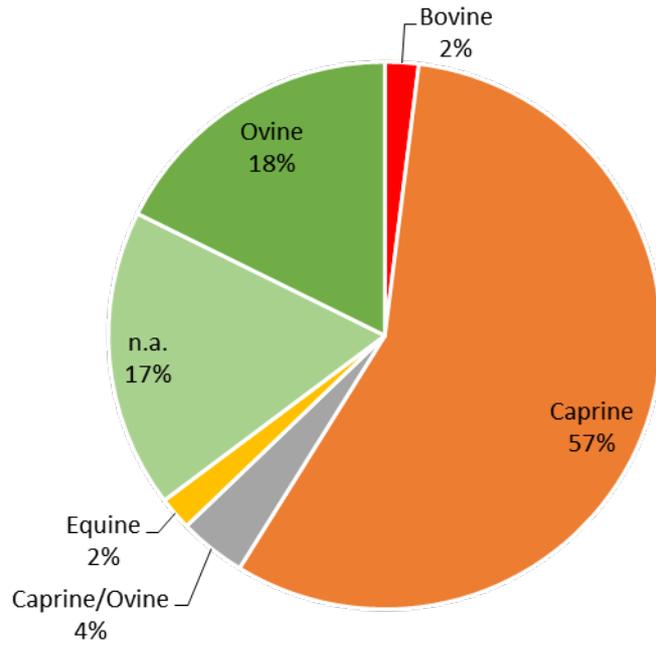
Official data regarding wolf attacks was provided by ICNF, corresponding to the years 2005, 2006, 2007, 2012 and 2013. During the course of these 5 years a total of n=752 attacks to livestock were reported. After data analysis, a total of n=603 showed positive evidences of wolf depredation.

Since this data was collected by different people throughout the years, they are not homogeneous, and most of the time are lacking important information for this study, like depredated species or attack coordinates. Without viable information were the attacks took place, geo-referencing is not possible. For this reason, of the n=603 confirmed cases, only n=189 cases of wolf attack to livestock (containing the necessary coordinates to geo-referenced the locations) were used.

### Data Analysis and Map correlation

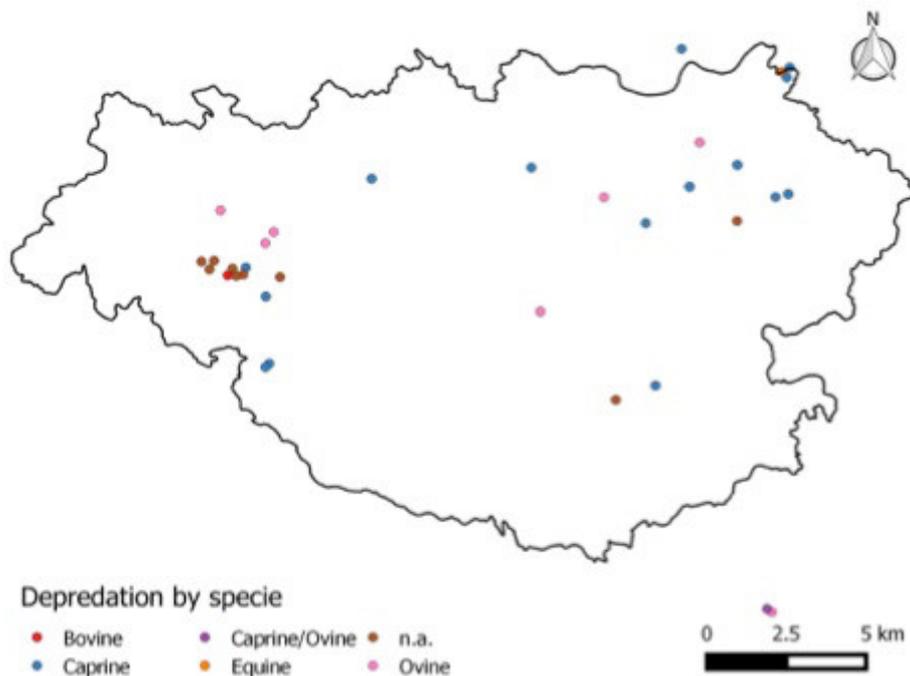
#### Serra Arada – Freita

Of the 189 geo-referenced confirmed attacks, only a total of n=51 of the confirmed reported attack cases took place in these area. Following data analysis it was possible to conclude that the species suffering from highest levels of depredation are the caprine livestock, accounting for 57% of the occurrences (Fig. 4). Regarding the received data, of these 51 attacks a total of 65% of the attacked farms were being protected by both shepherd and guard dogs.



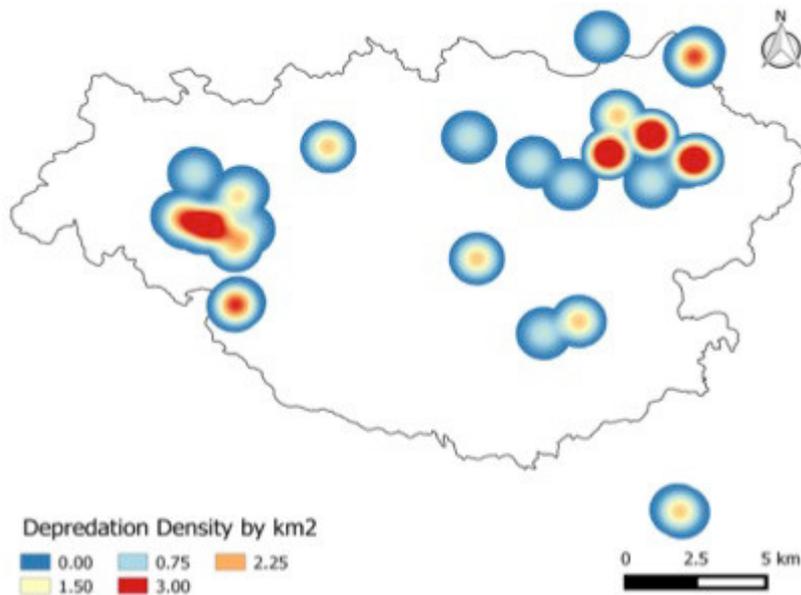
**Fig. 4 - Arada-Freita depredated species of confirmed attacks**

Using coordinates taken at attack site it was possible to create a map of confirmed depredations to livestock sites (Fig. 5). In this map it is visible to see that most caprine attacks happened in the northeast of the area, corresponding to areas near Covas do Monte, in Serra Arada.



**Fig. 5 - Confirmed location of wolf depredation to livestock, Serra Arada-Freita**

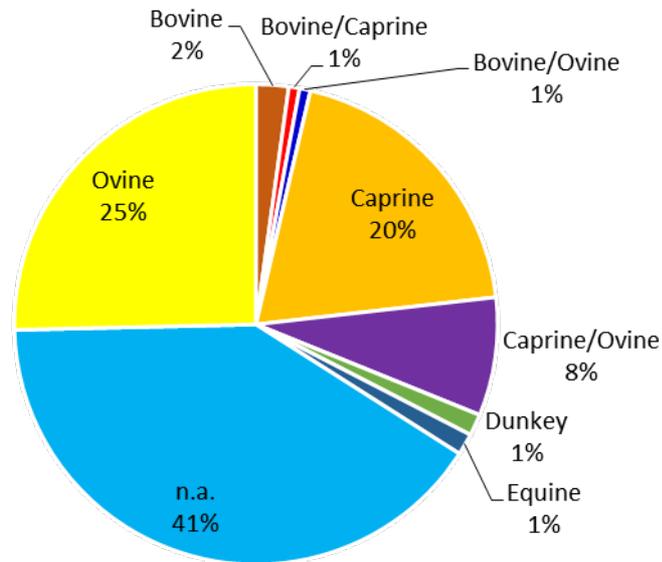
It was also possible to determinate that the highest densities of attack per km<sup>2</sup> (Fig. 6) were located in the west part of the study area, which correspond Mizarela, Albergaria da Serra, in Serra Freita, although the main depredated species of this area was unreported.



**Fig. 6 – Arada-Freita confirmed attacks density per km<sup>2</sup>**

#### Serra Montemuro

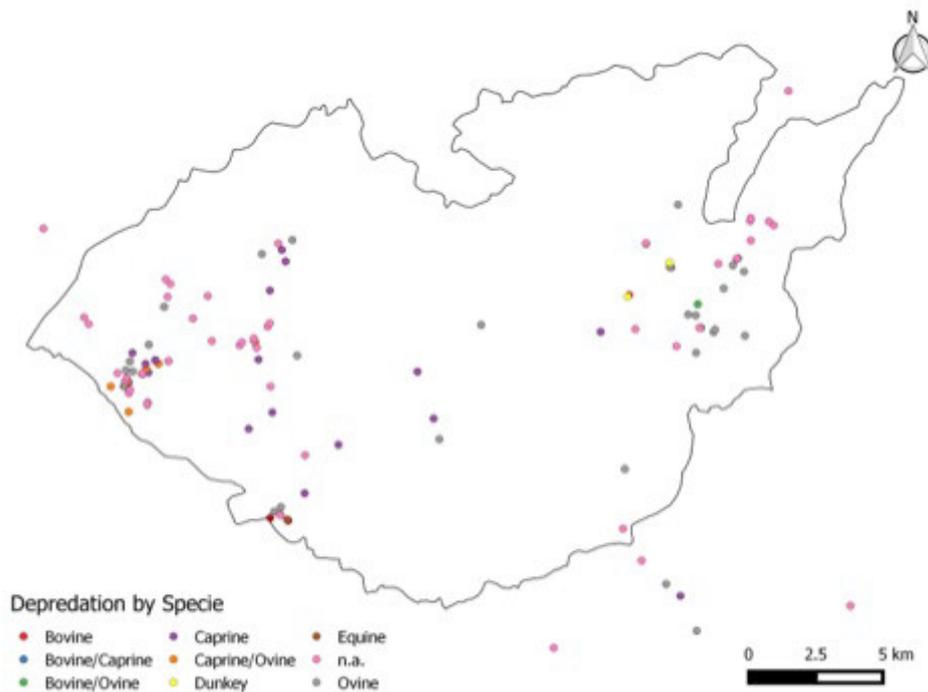
Concerning these packs (Montemuro and Cinfães) the numbers of reported attacks was higher, with n=138 confirmed georeferenced attacks, during the years 2006, 2007, 2012 and 2013. The results were similar to those achieved in Serra Arada-Freita, although the ovine population was more depredated, with 25% of the occurrences, followed by caprine with 20% (fig. 7). Received data was highly incomplete, and subsequently 41% of the depredated animals are of unknown species. Also from the 138 confirmed attacks, 48% of the livestock farm was being safeguarded by shepherd and guard dog simultaneously.



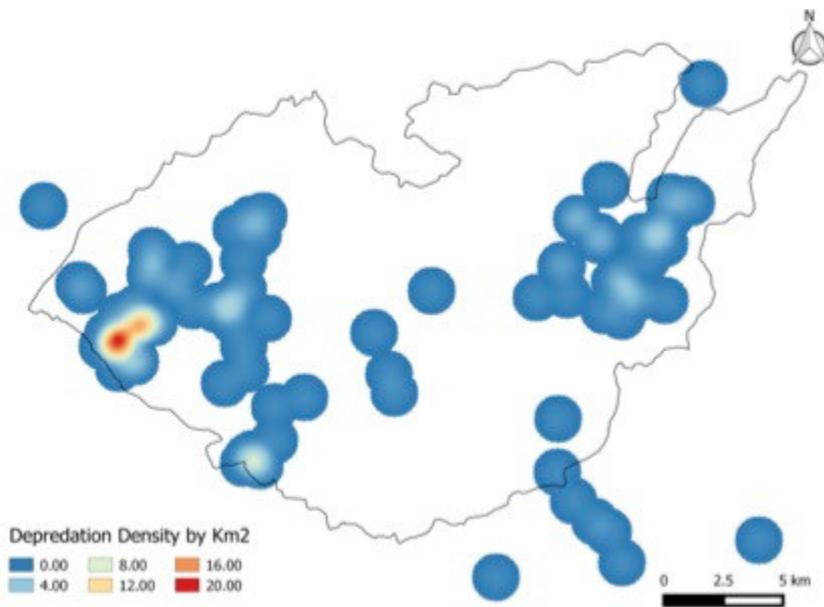
**Fig. 7 - Montemuro-Cinfães confirmed depredated species**

Regarding attack site (Fig. 8), most ovine attacks happened in the west area, belonging Cinfães pack in Vila Meã, Nespereira, and in the east area, near Bigorne depredated by the Montemuro pack. As to the caprine livestock, highest number of attacks were reported also in Vila Meã, Nespereira.

According to the heat map created, the area with the highest attack density per km<sup>2</sup> (Fig. 9) is Vila Mea, Nespereira, in the west area, being the most goat the highest depredated species in the area.



**Fig. 8 - Confirmed location of wolf depredation to livestock, Serra Montemuro**

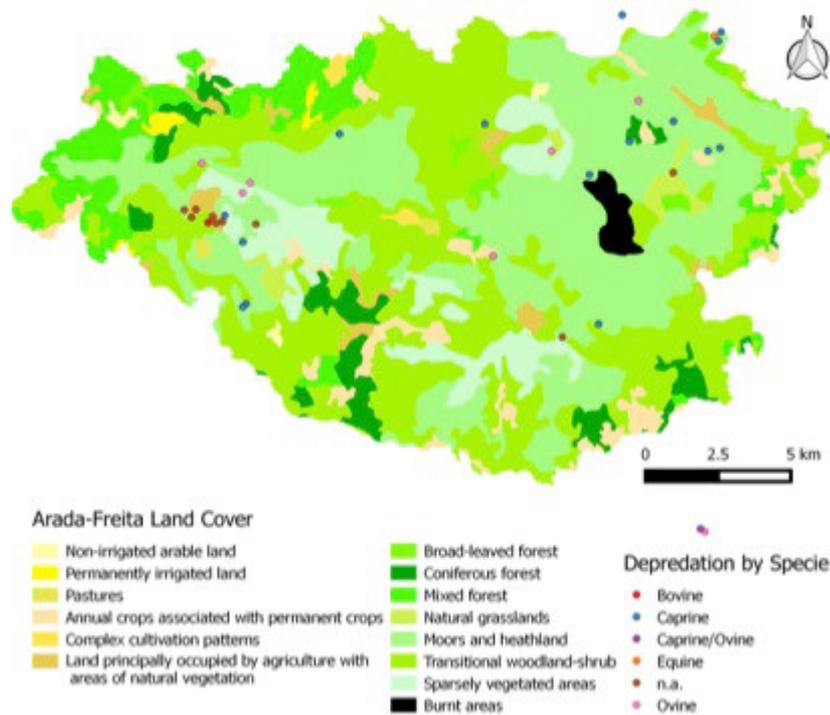


**Fig. 9 - Montemuro-Cinfães confirmed attacks density per km<sup>2</sup>**

#### Attack to Livestock Correlation to Land use

##### Serra Arada-Freita

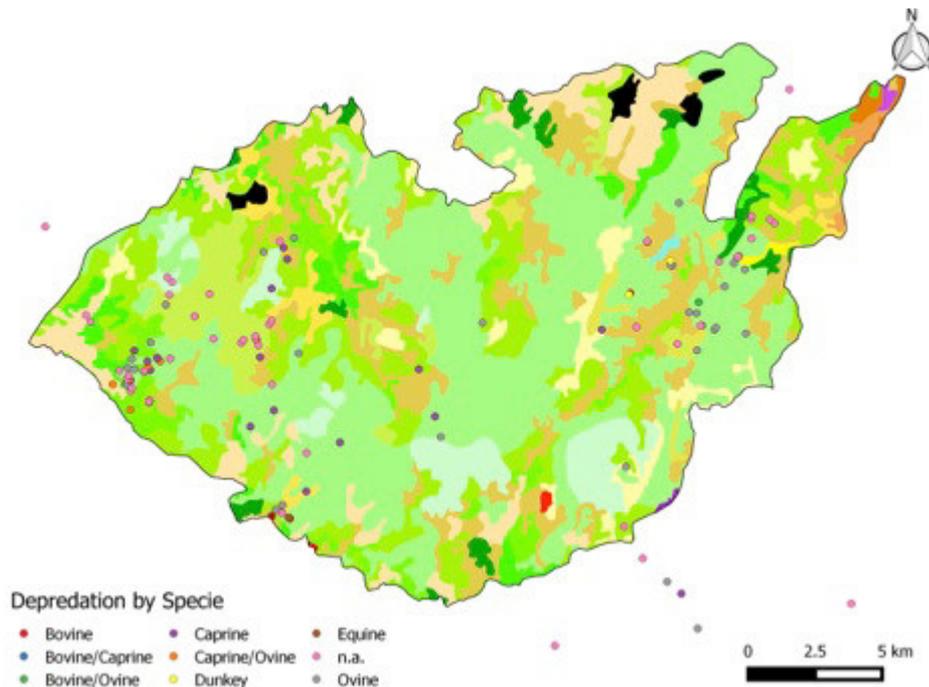
In accordance with the data from the CLC, these mountains are mainly composed by transitional woodland-shrub areas, mixed with large areas of moors and heathland. Overlapping the attack coordinates with the land usage map (Fig. 10), it is possible to see that most caprine attacks happened in areas of moors and heathland, mainly near Covas do Monte, in northeast area of Serra Arada. Although, when correlating coordinates of the location with the highest density attacks per km<sup>2</sup> of reported attacks (Mizarela, Albergaria da Serra, west area of Serra Freita) with information of the CCL, it is evident that these attacks occurred in lands used for agriculture with significant areas of natural vegetation.



**Fig. 10 – Correlation of Arada-Freita land usage, adapted using information from Corine Land Cover, with location confirmed wolf depredation areas**

#### Serra Montemuro

Regarding land coverage (Fig. 11), although these mountains are more fragmented and diverse, the larger area of the territory is also constituted by moors and heathlands. Having most of the attacks to both species, ovine and caprine, taken place in these particular types of land. The area with highest density of attacks, located in the west area, corresponding to Vila Meã, is an area of moors and heathlands with mixed forest patches. In this area exists one transect used for wolf monitoring, T42, this is located in an area of low road density of difficult access to motor vehicles (only 4x4).



**Fig. 11 - Montemuro-Cinfães land usage, adapted using information from Corine Land Cover**

### Husbandry system

#### Serra Arada-Freita

Regarding the study done *in situ*, a total of n=52 livestock farms were observed during the year. From the collected data was possible to deduce that the main grazing system used by shepherd is free range (62%), but only 23 farms were being guarded (14% by dog and 33% with shepherds in the perimeter). The most common type of vegetation in the grazing sites are herbaceous. Also a total of 23% were encountered grazing along transect used for wolf monitoring. The cow farms are more common in these sierras, but goat/sheep farms present the highest numbers of individuals. Regarding the area with highest density per km<sup>2</sup>, Albergaria da Serra (west area) (Fig. 6), free range is commonly used as a grazing system, mainly without dog or shepherd in grasslands.

#### Serra Montemuro

Regarding this serra, a total of n=112 farms were accounted for. Contrary to what was verified in Serra Freita-Arada, the dominant grazing system is held in fenced fields (55%), regarding security, only 22% of the observed farms containing dogs for protection and 39% had shepherds, but only 9% were held both shepherd and dogs. The most common vegetation from pasture site are grasslands. In only 20 occasions, livestock was spotted grazing alongside transects used for monitoring. Concerning the area with highest attack density per km<sup>2</sup> (Fig. 9), Vila Mea (in the west area), free range is the most used type of grazing, although bovines are normally observed in this area.

## Discussion

Several studies have been trying to predict a certain predisposition of large predator to livestock depredation. None of them, however, have been made in the areas of Serras Freita-Arada and Montemuro where an isolated, fragmented and fragile population of wolves inhabits. In this discussion I'm going to compare our data, to data acquired in Europe (Italia (Gazzola *et al.* 2005), and Portugal (Costa 2010)) and United States of America (Minnesota (Mech *et al.* 2000)), in order to have more contrasting habitats for comparison.

According to (Mech *et al.* 2000), there are high levels of depredation on livestock caused by wolves in Minnesota, resulting in the increase of conflict with human population. For this reason comparisons were made between farms suffering from wolf depredation, with near-by farms without reported attacks, in order to assess which characterises could influence depredation. Of all the studied variables, those that seem to be influential were 1) farm size; 2) cattle population and 3) proximity to human settlements, being the biggest farms, with the largest cattle population, grazing further from human surroundings more depredated. The main explanation for the influence of farm size in wolf depredation may be that these farms tend to be more exposed to predators because it is difficult to keep track of an elevated numbers of animals at the same time. Also a larger farm with high number animals may be more prone to encounter wolves hunting. These variables associated with inadequate carcass disposal were pointed as the principal factors influencing wolf depredation. Although the study area is experiencing high levels of wolf depredation to livestock, I did not analyse the influence of attacked farm size or number because that information was not available. Additionally, Portuguese pastures are still using more traditional and rudimentary grazing techniques contrary to the American procedure, a far more industrialised and larger sector.

In 2005, a study regarding wolf diet was elaborated by Gazzola *et al.* in the Western Alps, Turin province, in Italy. In this area wild prey is abundant, especially the red deer, *Cervus elaphus*, *C. lupus* main wild prey. These authors showed that livestock depredation increased during summer time. This was due to the grazing techniques used by local shepherds, such as keeping high (>500 individuals) numbers of animals in free range without preventive measures, such as guard dogs or nocturnal confinement. When comparing our husbandry system to that of Italy, it is easy to anticipate livestock attacks with faulty husbandry practices leaving them more vulnerable and profitable to wolf depredation. From all the ungulates, cervids are the preferred wolf prey, and contrary to the Italian scenery, our study area exhibits low density and diversity of this wild prey, driving wolves to depredate livestock.

A similar study was conducted in our country, in Alvão Natural Park in 2010 by Costa (2010), where the depredatory action of *C. lupus signatus* was analysed. In this area the majority of the attacks occurred in presence of the shepherd, where the main depredated species were sheep and goat, and no seasonal influence was observed. When comparing my results to those obtained in this study, it is possible to see some similarities. In both studies the majority of the attacks occurred in presence of either shepherd or guard dogs. Also the majority of depredated animals were sheep and goat, particularly in Serra Freita-Arada goat was more depredated, this could be due to the fact that in a particular area the effective population of goats is superior to 1.000 animals, and is also the area with highest number of attacks to caprine livestock. This fact was corroborated by a recent study on wolf diet in central Portugal, proving that wolves diet in this region is mainly constituted by livestock (>90%), specially goat (62%) (Torres *et al.* 2015). The main reason for this occurrence is low density and diversity of

natural prey, causing livestock depredation, since the only wild ungulate in the region is the wild boar. The main husbandry practice used in Alvão is the traditional way, where the animals take a specific transect roaming along the way, usually accompanied by shepherd and guard dogs (Costa 2010). In Serra Freita-Arada husbandry practices used by local shepherds is mainly free range during the day where the animals are free to roam throughout the mountain, most of the times without any protection (shepherd or guard dog), contrary to the practice in Serra Montemuro-Cinfães where most grazing takes place in fenced fields.

## Conclusions

Given the current conservation state of the *C. lupus signatus*, in Portugal, as endangered (Cabral *et al.* 2005), it is necessary to take active and conservational attitudes. The most endangered population is located south of River Douro, precisely in our study area. The main reason for this delicate situation is mainly due to habitat fragmentation, deforestation, geographic isolation, existence of stray/wild dogs, and threats of anthropogenic origin, like illegal hunting, poisoning and forest fires (Costa 2010; Álvares 2011; Cruz *et al.* 2014; Torres *et al.* 2015). Given the low density of wild prey, the *C. lupus signatus* had to adapt, starting to depredate heavily on livestock and dumpsites, increasing its' need to approach human settlements, increasing the risk of conflict. As a form of preventive measure, conflict management between wolves and humans has to be strictly applied, and for that, the best way to start is to understand its origin. By appointing wolf depredation as the core reason for human hatred towards wolves, this study plays a crucial part as a foundation to conflict management. So finding if there is any predisposition that leads wolf to depredation on livestock can be applied to help understand what the motivation behind these attacks is, and help prevent them.

The grazing system used is a strong influence, since most of the attacks occurred in areas where free ranging is practiced, with high numbers of scattering livestock making them suitable, and vulnerable to wolf attacks. Although the information given by the ICNF showed that the majority (>50%) of wolf attacks occurred in the presence of either a shepherd or guard dog, observations during field work differ from official information, since that most overseen grazing (>55%) sites were unprotected, without dog or shepherd. Other important factor correlated with depredation was land usage, my results have shown that the highest number of attacks occurred in areas of moors and heathland in both mountains. The explanation may rely on the fact that these are the main habitats where goats tend to roam while grazing.

In a way to try and solve this problem a series of preventive measures have to be taken to the field and put to test. By having the main variables that influence wolf depredation on livestock, we have to counteract them. Since the main reason for the attacks are of low density and diversity of wild prey, the major and most important step is to continue the reintroduction of roe deer populations along the study area. Since this is a project that takes years before populations are stable, preventive measures have to be taken in husbandry practice, avoiding areas where attacks occurred, special areas of moors and heathland, opting for pastures in fenced fields with fences high enough so the wolf can't jump over, preferably electric fences. It is important to safe keep the livestock by day, using shepherd dogs, and by night, in suitable enclosures preferably also with dogs. Since larger farms tend to experience the highest levels of depredation, it is recommended the increase in number of shepherds and dogs in order to better keep track of occurrences. In order to avoid depredation, the vulnerability and predictability of pastures have to be altered in order to decrease the possibility of an

encounter and attack. Although monetary compensation is a quick-fix to a bigger problem, it can be a way to help soften this conflict. A plan for Iberian Wolf Conservation has to be made and these are some measures to be taken, the most important being the improvement in environmental education in the study area. Only through education there is hope to evolve in unity with nature, providing more and better knowledge about wolf ecology that will help improve the general attitude towards wolves.

## References

- Alexandre, A. S., Cândido, A. T., & Petrucci-Fonseca, F. (2000). A população lupina portuguesa a sul do Rio Douro. *Galemys*, (12), 113–122.
- Álvares, F. (2004). Status and Conservation of the Iberian Wolf in Portugal. *Wolf Print*, (20), 4–6.
- Álvares, F. (2011). *Ecologia e conservação do lobo (Canis lupus, L.) no Noroeste de Portugal*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Álvares, F., Pereira, E., & Petrucci-Fonseca, F. (2000). O lobo no Parque Internacional Gerês-Xurés. Situação populacional, aspectos ecológicos e perspectivas de conservação. *Galemys*, (12), 223–239.
- Álvares, F., & Primavera, P. (2004). The Wolf in Rural Communities' Culture in the North of Portugal. *Wolf Print*, (20), 10–12.
- Athreya, V., Odden, M., Linnell, J. D. C., Krishnaswamy, J., & Karanth, U. (2013). Big cats in our backyards: persistence of large carnivores in a human dominated landscape in India. *PloS One*, 8(3), e57872. doi:10.1371/journal.pone.0057872
- Berger, K. M. (2006). Carnivore-Livestock Conflicts: Effects of Subsidized Predator Control and Economic Correlates on the Sheep Industry. *Conservation Biology*, 20(3), 751–761. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00336.x
- Bessa-Gomes, C., & Petrucci-Fonseca, F. (2003). Using artificial neural networks to assess wolf distribution patterns in Portugal. *Animal Conservation*, 6(3), 221–229. doi:10.1017/S1367943003003275
- Boitani, L. (1995). Ecological and cultural diversities in the evolution of wolves-humans relationships. Canadian Circumpolar Institute, Occasional Publ.
- Boitani, L. (2000). Action Plan for the Conservation of Wolves (*Canis Lupus*) in Europe. In *Nature and Environment*, No 133 (p. 86). Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Cabral, M., Almeida, J., Almeida, P., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., & Oliveira M, et al. (2005). *Canis lupus Linnaeus, 1758*. In M. J. Cabral, J. Almeida, P. R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand de Almeida, M. E. Oliveira, ... M. Santos-Reis (Eds.), *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal* (pp. 517–518). Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza.
- Cabrera, A. (1907). Los lobos de España. *Boletín de La Real Sociedad Española de Historia Natural*, 7, 193–198.

- Carreira, R. S., & Petrucci-Fonseca, F. (2000). O Lobo na região oeste de Trás-Os-Montes (Portugal). *Galemys*, (12), 123–134.
- Chambers, S. M., Steven R. Fain, Bud Fazio, & Amaral, M. (2012). An Account of the Taxonomy of North American Wolves From Morphological and Genetic Analyses.
- Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D. C., von Arx, M., Huber, D., Andren, H., ... Boitani, L. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346(6216), 1517–1519. doi:10.1126/science.1257553
- Costa, C. (2010). *Acção depredatória do lobo (Canis lupus signatus) na área de influência do Parque Natural do Alvão no período 2005-2009: Análise dos ataques e espécies atacadas*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Cruz, T., Fonseca, C., Carvalho, J., Oliveira, B., & Torres, R. (2014). Roe deer reintroduction in central Portugal: a tool for Iberian wolf conservation. *Galemys, Spanish Journal of Mammalogy*, 22, 31–40. doi:10.7325/Galemys.2014.A3
- Decreto-Lei 90/88 de 13 de Agosto do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. , Pub. L. No. Diário da República: I série, Nº 187 (1988).
- Decreto-Lei n.º 139/90 de 27 de Abril do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. , Pub. L. No. Diário da República: I série, Nº 917 (1990).
- Delibes, M. (1990). *Status and Conservation Needs of the Wolf (Canis Lupus) in the Council of Europe Member States, Issues 18-47*. Council of Europe Publishing.
- Eggermann, J., Costa, G. F., Guerra, A. M., Kirchner, W. H., & Petrucci-Fonseca, F. (2011). Presence of Iberian wolf (*Canis lupus signatus*) in relation to land cover, livestock and human influence in Portugal. *Mammalian Biology - Zeitschrift Für Säugetierkunde*, 76(2), 217–221. doi:10.1016/j.mambio.2010.10.010
- Gazzola, A., Bertelli, I., Avanzinelli, E., Tolosano, A., Bertotto, P., & Apollonio, M. (2005). Predation by wolves (*Canis lupus*) on wild and domestic ungulates of the western Alps, Italy. *Journal of Zoology*, 266(02), 205–213.
- Gazzola, A., Capitani, C., Mattioli, L., & Apollonio, M. (2008). Livestock damage and wolf presence. *Journal of Zoology*, 274(3), 261–269.
- Godinho, R., Lopes, S., & Ferrand, N. (2007). *Estudo da diversidade e estruturação genética das populações de lobo (Canis lupus) em Portugal*.
- Grilo, C., Moço, G., Cândido, A. T., Alexandre, A. S., & Petrucci-Fonseca, F. (2002). Challenges For The Recovery Of The Iberian Wolf In The Douro River South Region. *Revista de Biol*, 20, 121–133.
- Grilo, C., Roque, S., Rio-Maior, H., & Petrucci-Fonseca, F. (2004). The Isolated Wolf Population South of the Douro River: Status and action priorities for its recovery. *Wolf Print*, 20, 13–15.
- Kaartinen, S., Luoto, M., & Kojola, I. (2009). Carnivore-livestock conflicts: determinants of wolf (*Canis lupus*) depredation on sheep farms in Finland. *Biodiversity and Conservation*,

18(13), 3503–3517. doi:10.1007/s10531-009-9657-8

- Lucchini, V., Galov, A., & Randi, E. (2004). Evidence of genetic distinction and long-term population decline in wolves (*Canis lupus*) in the Italian Apennines. *Molecular Ecology*, 13(3), 523–536. doi:10.1046/j.1365-294X.2004.02077.x
- Mech, L. D. (1995). The Challenge and Opportunity of Recovering Wolf Populations. *Conservation Biology*, 9(2), 270–278. doi:10.1046/j.1523-1739.1995.9020270.x
- Mech, L. D., & Boitani, L. (2006). *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation* (3rd ed.). University of Chicago Press.
- Mech, L. D., Harper, E. K., Thomas, J., Meier, & Paul, W. J. (2000). Assessing Factors That May Predispose Minnesota Farms to Wolf Depredations on Cattle. *Wildlife Society Bulletin*, 28(3), 623–629.
- Meriggi, A., & Lovari, S. (1996). A review of wolf predation in southern Europe : does the wolf prefer wild prey to livestock ? *Journal of Applied Ecology*, 33(6), 1561–1571.
- Nowak, R. M. (1979). North American Quaternary Canis. In *Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas -- no. 6* (pp. 1 – 170). Lawrence, Kans.: Museum of Natural History, University of Kansas. doi:10.5962/bhl.title.4072
- Nowak, R. M. (2006). Wolf Evolution and Taxonomy. In L. Mech, L. D., Boitani (Ed.), *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation* (pp. 239–258). The University Of Chicago Press. doi:a
- Pimenta, V., Barroso, I., Álvares, F., Correia, J., Ferrão da Costa, G., Moreira, L., ... Santos, E. (2005). *Situação populacional do lobo em Portugal: resultados do censo nacional 2002/2003*. Lisboa.
- Ramirez, O., Altet, L., Enseñat, C., Vilà, C., Sanchez, A., & Ruiz, A. (2006). Genetic assessment of the Iberian wolf *Canis lupus signatus* captive breeding program. *Conservation Genetics*, 7(6), 861–878. doi:10.1007/s10592-006-9123-z
- Roque, S., Espírito Santo, C., Grilo, C., Rio-Maior, H., & Petrucci-Fonseca, F. (2005). *A população lupina a sul do rio Douro em Portugal: análise temporal, atitudes públicas e aperfeiçoamento dos corredores ecológicos. Relatório final*. Lisboa.
- Roque, S., Godinho, R., Cadete, D., Pinto, S., Pedro, A. S., Bernardo, J., ... Álvares, F. (2011). *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano IV e Análise Integrativa dos Resultados (2006–2011). Relatório Final*.
- Roque, S., Godinho, R., Cadete, D., Pinto, S., Ribeiro, S. B., Petrucci-Fonseca, F., & Álvares, F. (2008). *Plano de Monitorização do Lobo Ibérico nas áreas dos Projectos Eólicos das Serras de Montemuro, Freita, Arada e Leomil – Ano I. Relatório Anual*.
- Torres, R. T., Rocha, R. G., Ferreira, E., Carvalho, J., Oliveira, B., Cruz, T., & Fonseca, C. (2013). *Plano de monitorização do lobo a sul do rio Douro – zona oeste (PMLSD-O). Relatório Final*. Aveiro.

- Torres, R. T., Rocha, R. G., Ferreira, E., Carvalho, J., Oliveira, T., Macedo, A., & Fonseca, C. (2015). *Plano de monitorização do lobo a sul do rio Douro – zona oeste (PMLSD-O Ano II). Relatório Final*. Aveiro.
- Torres, R. T., Silva, N., Brotas, G., & Fonseca, C. (2015). To Eat or Not To Eat? The Diet of the Endangered Iberian Wolf (*Canis lupus signatus*) in a Human-Dominated Landscape in Central Portugal. *PLoS One*, 10(6), 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0129379
- Vila, C., Amorim, I. R., Leonard, J. A., Posada, D., Castroviejo, J., Petrucci-Fonseca, F., ... Wayne, R. K. (1999). Mitochondrial DNA phylogeography and population history of the grey wolf *Canis lupus*. *Molecular Ecology*, 8(12), 2089–2103. doi:10.1046/j.1365-294x.1999.00825.x
- Weckworth, B. V., Talbot, S. L., & Cook, J. A. (2010). Phylogeography of wolves (*Canis lupus*) in the Pacific Northwest. *Journal of Mammalogy*, 91(2), 363–375. doi:10.1644/09-MAMM-A-036.1
- Wilson, D. E., & Reeder, D. M. (2005). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, Volume 1* (3rd ed.). Johns Hopkins University Press.

## 2. To eat or not to eat: the diet of the endangered iberian wolf (*Canis lupus signatus*) in an human-dominated landscape in central Portugal



RESEARCH ARTICLE

# To Eat or Not To Eat? The Diet of the Endangered Iberian Wolf (*Canis lupus signatus*) in a Human-Dominated Landscape in Central Portugal

Rita Tinoco Torres<sup>1\*</sup>, Nicole Silva<sup>1</sup>, Gonçalo Brotas<sup>2</sup>, Carlos Fonseca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology & CESAM, University of Aveiro, Campus de Santiago, Aveiro, Portugal,

<sup>2</sup> Associação de Conservação do Habitat do Lobo Ibérico, Rua 25 de Abril, Esposende, Portugal

\* [rita.torres@ua.pt](mailto:rita.torres@ua.pt)



CrossMark  
click for updates

OPEN ACCESS

**Citation:** Torres RT, Silva N, Brotas G, Fonseca C (2015) To Eat or Not To Eat? The Diet of the Endangered Iberian Wolf (*Canis lupus signatus*) in a Human-Dominated Landscape in Central Portugal. PLoS ONE 10(6): e0129379. doi:10.1371/journal.pone.0129379

**Academic Editor:** Benjamin Lee Allen, University of Queensland, AUSTRALIA

**Received:** February 17, 2015

**Accepted:** May 7, 2015

**Published:** June 1, 2015

**Copyright:** © 2015 Torres et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability Statement:** Data collection was performed under a service contract as a part of the Iberian wolf monitoring program run by ACHLI. Data are held by ACHLI and available upon request to Gonçalo Brotas ([GoncaloBrotas@loboiberico.org](mailto:GoncaloBrotas@loboiberico.org)).

**Funding:** This work was co-supported by European Funds through COMPETE and by National Funds through the Portuguese Science Foundation (FCT) within project UID/AMB/50017/2013.

**Competing Interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

## Abstract

Livestock predation by large carnivores and their persecution by local communities are major conservation concerns. In order to prevent speculations and reduce conflicts, it is crucial to get detailed and accurate data on predators' dietary ecology, which is particularly important in human dominated landscapes where livestock densities are high. This is the case of the endangered Iberian wolf in Portugal, an endemic subspecies of the Iberian Peninsula, which has seen its population distribution and abundance decline throughout the 20th century. Accordingly, the diet of the Iberian wolf was analyzed, using scat analysis, in a humanized landscape in central Portugal. From 2011 to 2014, a total of 295 wolf scats were collected from transects distributed throughout the study area, prospected on a monthly basis. Scat analysis indicated a high dependence of Iberian wolf on livestock. Domestic goat predominated the diet (62% of the scats), followed by cow (20%) and sheep (13%); the only wild ungulate present in the scat analysis was the wild boar (4% of the scats). Our results show that even though livestock constitute most part of wolves diet, different livestock species may represent different predation opportunities. We conclude that the high levels of livestock consumption may be a result of low diversity and density of wild ungulates that settles livestock as the only abundant prey for wolves. Our findings help on the understanding of the Iberian wolf feeding ecology and have implications for conflict management strategies. Finally, management implications are discussed and solutions are recommended.

## Introduction

Top predators are often considered flagship species and conservation tools for the whole biological diversity of its supporting ecosystem [1]. The grey wolf (*Canis lupus*) is an important top predator and can play a key role in maintaining biodiversity in ecosystems [2]. Even

though by the end of the 19<sup>th</sup> century this species was exterminated from most central and northern European countries, it now has one of the largest distribution ranges among large carnivore species [3]. Contrarily, the Iberian wolf (*Canis lupus signatus*), an endemic subspecies of the Iberian Peninsula, has seen its population distribution and abundance decline throughout the 20<sup>th</sup> century, mostly in Portugal, where its numbers have plummeted and its range has massively contracted [4]. This subspecies is protected in Portugal by law since 1988 being listed as “Endangered” in the Portuguese Red Data Book [5]. Primary threats to wolf survival include habitat degradation and fragmentation, scarcity of wild prey with consequent livestock predation, and illegal persecution primarily in retaliation for predation on livestock [4].

The feeding ecology of the wolf has been extensively investigated across its European range: in central and north-eastern Europe, wolves feed mainly on wild ungulates such as red deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*) [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]. Contrastingly, in south Europe, which is characterized by areas with high human density and intense livestock production, wolves seem to depend largely on anthropogenic food sources such as livestock and garbage [13], [14], [15], [16], [17], [18]. Many studies have shown that large carnivores can persist in human-dominated areas by relying completely or partially on anthropogenic food resources [19], but further complications may arise from such increased interaction. Livestock predation is one of the main rooted conflicts between humans and top predators particularly in areas with low densities of wild prey where predators depend almost solely on livestock [20], [21]. Predation on livestock has been the trigger for conflict with rural communities in various parts of the world and has a negative impact on the economy of rural communities that coexist with it [22]. This has shown to be very relevant in Portugal, since livestock is the main economic activity of the rural mountain communities [6]. Each year there are reports on livestock losses from wolf depredation in areas inhabited by the Iberian wolf in Portugal. Currently, the annual amount of compensation is around € 1,000,000 corresponding to about 2,400 attacks attributed to the wolf (R. Rodrigues, personal communication). Wolf predation on livestock is regarded as the main struggle between Iberian wolf and the local populations and it boosts the already rooted conflict with humans, which is ultimately translated high levels of wolves mortality, most of them man-related (*e.g.* shooting, poisoning or trapping) [4]. In order to prevent speculations and reduce conflicts between wolves and local communities, it is pivotal to get detailed and accurate data on predators diet. A clear understanding of this endangered carnivore diet is essential for the design of tangible conservation strategies, particularly in areas where the conflict exists. Diet studies are particularly important when an animal is elusive, with low densities and difficult to observe and follow, such as the Iberian wolf. Nevertheless, to date, despite numerous studies on wolf diet elsewhere in Europe, few works have dealt with the diet of the Iberian wolf, particularly in Portugal (but see [14], [17]). To improve our understating of resource use by the Iberian wolf in a human-dominated landscape, we analyzed the diet of Iberian wolf in central Portugal from 2011 to 2014. This study aims to answer the following questions about the Iberian wolf population: i) does livestock constitute the main part of the Iberian wolf diet? and ii) does the Iberian wolf show diet selection towards any livestock species? Since adequate knowledge of dietary habits is essential to understand the ecology of this species and for the development of an appropriate scientific based management plan, we also discuss the general implications of our findings. As the densities of livestock are high and wild ungulates are not abundant in our study area, we hypothesize that wolves on the south of the Douro river will mainly feed on livestock. Our results provide important knowledge for the conservation and management of this endangered species.

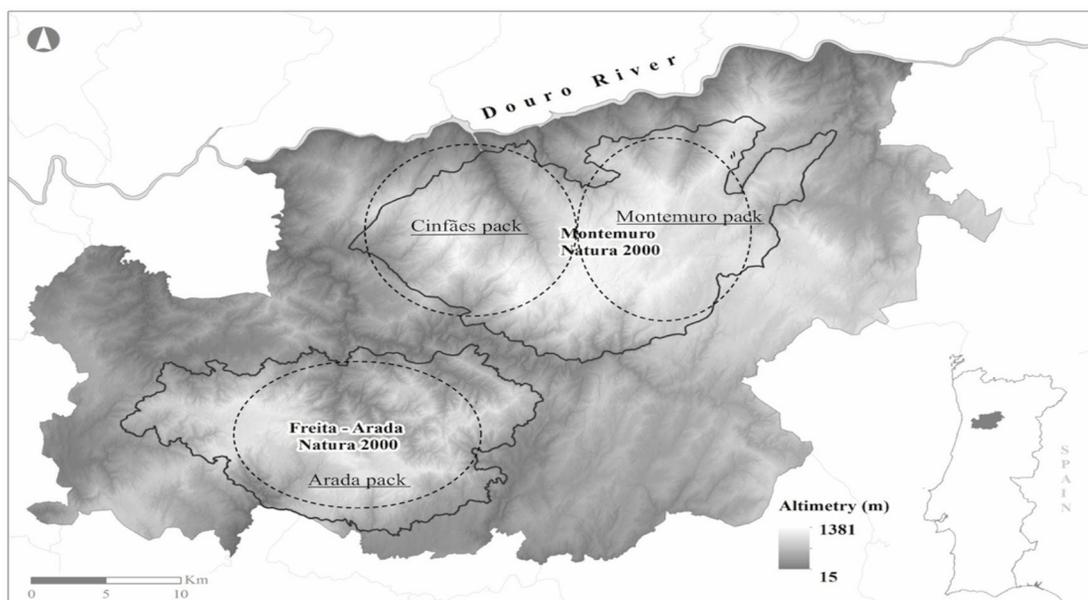
## Material and Methods

### Ethics Statement

Our research did not involve capture, handling or killing of animals, therefore did not require approval of animal care and use procedures. Permissions for field studies were given by Nature and Forestry Conservation Institute.

### Study area

The study was conducted in central-west Portugal in two Natura 2000 network sites, with an area of 750 km<sup>2</sup> (Fig 1). It is a mountainous region with altitudes ranging from 800 to 1,381m and steep slopes. The climate is mainly Mediterranean, with strong oceanic influence. The study area is composed mainly by forests (46%), scrubland (26%), agricultural land (20%) and urban area (8%). The vegetation is diverse and is mainly constituted by different types of scrublands (e.g. *Cytisus scoparius*, *Cytisus grandiflorus*, *Ulex* spp., *Genista triacanthos*, *Erica* spp., and *Pterospartum tridentatum*). The trees present in the area are the English oak *Quercus robur*, the Pyrenean oak *Quercus pyrenaica*, the sweet chestnut *Castanea sativa*, the Maritime pine *Pinus pinaster*, in pure stands or mixed with the eucalyptus *Eucalyptus globulus*. Scattered pastures and agricultural fields can still be found along the study area, which is crossed by several rivers and streams. The riparian vegetation is mainly constituted by ash *Fraxinus angustifolia* and birch *Betula alba*. The wild boar is the only wild ungulate that inhabits the study area, while the domestic ungulates present are goats (*Capra hircus*), sheep (*Ovis aries*), horses (*Equus ferus caballus*) and cattle. Other mammals present are the red fox (*Vulpes vulpes*). In the study area, man still subsists on agriculture and pastoralism. Extensive livestock of native cattle and small ruminants predominates, with extensive use of vacant land. Livestock grazes under the traditional grazing system. Sheep, goat and cow flocks range around all over the mountains in unfenced areas. Sheep flocks generally graze together with the presence of a shepherd and/or guarding dogs. Goats tend to disperse across the mountains, sometimes with the presence of a



**Fig 1. Location of the study area in continental Portugal, highlighting the distribution of the three Iberian wolf packs.**

doi:10.1371/journal.pone.0129379.g001

shepherd and/or guarding dogs. Cows graze alone as shepherds have the practice of leaving these animals to range freely all year round. All the livestock species in our study area spend the night in barns. Traditionally, there were transhumant herds in our study area, but transhumance disappeared therefore livestock is available all year round. In the region that comprehends the Arada pack, livestock is composed by 60% of sheep, 27% of goats and 13% of cows; in the Montemuro pack, livestock is composed by 54% of sheep, 31% of goats and 15% of cows and in the Cinfães pack, livestock is composed by 50% of sheep, 24% of goat and 26% of cows. These numbers are based on the national census of agriculture [23]. The human population is dispersed through the valleys, in small villages with a population density of about 43 inhabitants/km<sup>2</sup>.

## Scat collection

In Portugal the Iberian wolf occurs in an area of about 20,000 km<sup>2</sup>. The genetic studies have demonstrated the existence of two seemingly isolated subpopulations, separated by the river Douro [24]. The packs on the north of the river Douro are considered to be stable with an apparent local expanding trend, particularly in areas close to the borders with Spain. On the contrary, the packs located on the south side of this river (only 6 confirmed packs) are isolated from the remaining populations (e.g. north of Douro river and the Spanish population), showing a high level of fragmentation and low genetic diversity [24]. The subpopulation on the south of the Douro river is distributed in an area of about 3,800 km<sup>2</sup> with an average density of 0.5 to 1.3 per 100km<sup>2</sup> [4]. Our study area includes the range occupied by three of these six confirmed southern wolf packs: Arada pack, Montemuro pack and Cinfães pack (Fig 1). Wolf scats were systematically collected between October 2011 and April 2014 on a monthly basis in pre-defined transects. Scats were collected along existing trails, by foot or using a vehicle (< 10 km/h), following paths, dirt roads, forest trails, firebreaks and crossroads, by experienced and field-trained personnel. As wolves occur at low densities, with the possibility of many transects with no signs or tracks, a large number of transects were randomly distributed along the study area. A total of 47 transects were distributed throughout the study area, and were prospected each month, which corresponds to 130.4 km (smallest transect: 0.6 km; largest transect: 7.4 km). We also collected scats opportunistically while travelling to and between transects. Wolf scats were stored in plastic bags and always properly labeled for later processing. In addition, a field form was recorded and scat locations were registered using a GPS (*Global Positioning System*).

Scats analysis constitute the most readily available and easily collected source of diet information and has been previously used to study carnivore's diet worldwide, particularly wolf [25]. Such technique is based on the identification of undigested remains (e.g. bones, hairs, etc) in scats [25]. Some authors have raised some methodological limitations of this technique as they claim that large prey bones and teeth are generally fragmented in the predator scats and therefore difficult to identify [26] and the hairs from the same prey animal may vary in structure according to their location and related species may have hair with similar characteristics [26]. In order to address this problem, some studies have identified carnivore's scats genetically and then determined their diet using the classical approaches [27], [28], but this method has high costs associated. Even though field work has been done by experience personnel, with caution discriminating between wolf and domestic dog (*Canis lupus familiaris*) scats, it is always possible that a small number could belong to dogs, thus leading to an overestimation of the proportion of domestic animals in wolves' diet. We tried to control this by doing genetic analysis on fresh collected scats and 4% samples ended up being excluded for belonging to domestic dog. Nevertheless, we believe that misidentification of wolf scats was minimized as dogs are mostly concentrated around villages. Furthermore, morphology, size, color, smell, contents and spatial position were, in combination, diagnostic attributes of wolf scats.

## Laboratory analysis

Prior to the laboratory analysis of the scats, we collected reference hair samples from all the livestock species present in the study area and also from domestic dogs, which are occasionally preyed by Iberian wolves [4]. We built reference slides of hair samples from domestic animals in the study area. In the laboratory, analyses were divided into two steps: scat washing and hair identification using standard procedures [29]. In the first stage, scats were washed with water and examined macroscopically, allowing the estimation of the relative percentage of animal matter (hair, bones, feathers, others), vegetable parts (grasses, seeds, others), mineral substances and garbage. In the next stage, hairs were identified using three techniques: cuticular slides, medullar slides and cross-section slides [29]. Then, the preparations were microscopically observed and compared with reference material (Valente et al. unpublished data) in order to identify the species. Hair identification was the only technique used to determine prey species; other animals were not classified to finer taxonomic levels because their remains in scats were often too fragmented. Scats that were highly degraded or had too few identifiable prey remains were not used in the analysis.

## Wolf diet composition analysis

The composition of food was expressed as frequency of occurrence (FO); calculated as the ratio between the number of scats in which a particular food item was found in the scats divided by the total number of scats examined. FO is the most commonly used method of diet analysis, however it may overestimate the frequency of small preys as smaller prey species have more hair and other indigestible matter per unit body mass, which produces more scats per unit prey mass consumed [30]. To convert the FO into biomass of prey consumed we used the regression method of Floyd et al. 1978 [30], as refined by Weaver biomass model [31]:

$$y = 0.439 + 0.008 * x$$

In this model,  $y$  is the prey mass consumed per scat and  $x$  is the average weight of an individual of a given prey type. By multiplying each  $y$  by the actual number of scats containing each prey type, we estimated the mass of each of the prey type in the scats and derived proportional representation. Body masses of the following prey species were estimated based on the literature: goat (30 kg), sheep (40 kg), cow (400 kg), lagomorphs (2 kg) and wild boar (70 kg) [32], [33].

The breadth of the food niche was calculated as described by Levins' (1968) [34] according to formula:

$$B = \frac{1}{\sum_j p_j^2}$$

Where  $B$  = Levins' measure of niche breadth

$p_j$  = is the proportion of usage of the  $j^{\text{th}}$  prey item

To standardize this measure of niche breadth on a scale of 0 to 1, we calculated Levins' measure of standardized niche breadth, according to the following formula [35]:

$$B_A = \frac{B - 1}{n - 1}$$

where  $B_A$  = Levin's standardized Food Niche Breadth

$B$  = Levin's Food Niche Breadth

$n$  = number of prey items found in the diet.

The Levin's standardized food niche breadth ranges from 0 (strong specialization in one group of prey—specialist predator) to 1 (opportunistic preying on all groups of prey).

To determine the degree of dietary overlap between the three packs we used Pianka's (1973) dietary niche overlap [36] according to the formula:

$$\hat{O}_{jk} = \frac{\sum_i^n \hat{p}_{ij} \hat{p}_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n \hat{p}_{ij}^2 \sum_i^n \hat{p}_{ik}^2}}$$

where:

$O_{jk}$  = Pianka's measure of niche overlap between species  $j$  and species  $k$

$p_{ij}$  = Proportion resource  $i$  is of the total resources used by species  $j$

$p_{ik}$  = Proportion resource  $i$  is of the total resources used by species  $k$

$n$  = Total number of resources states

This measure of overlap ranges from 0 (no resources used in common) to 1 (complete overlap).

Finally, to assess wolves' selection of particular domestic species, we calculated the Ivlev's electivity index ( $D$ ) (modified by [37]) using the formula:

$$D = \frac{(r_i - p_i)}{(r_i + p_i - 2r_i p_i)}$$

where:  $r$  = proportion of a given prey species in wolf diet;

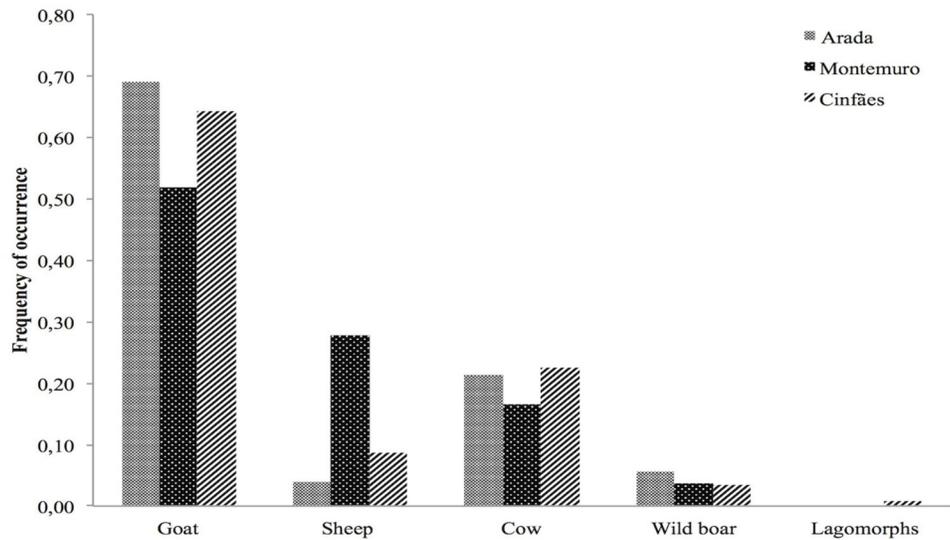
$p$  = proportion in the free living population.

The index ranges between  $-1$  (total avoidance of a species) through  $0$  (no selection or selection proportional to occurrence) to  $+1$  (maximum positive selection).

Structure of livestock communities in the areas occupied by the three packs was estimated using official data from the National Institute of Statistic [23]. The Ivlev's electivity index could not be estimated for wild boar because there was no data available from the official game inventories for our study area.

## Results

From October 2011 to April 2014, a total of 295 presumed wolf scats were collected in our study area: Arada pack  $n = 126$ , Montemuro pack  $n = 54$  and Cinfães pack  $n = 115$ . The diet composition of the three packs was not diverse; a total of five different prey items (goat, sheep, cow, wild boar and lagomorphs) were identified in the diet. The diet of the three packs is given in Fig 2, showing the composition based on the frequency of occurrence of prey remains in scats. On the basis of the frequency of occurrence in scats, the domestic goat was observed to be the most consumed prey (69.05% in Arada pack, 51.85% in Montemuro pack and 64.35% in Cinfães pack), followed by cow (21.43% in Arada pack, 16.67% in Montemuro pack and 22.61% in Cinfães pack) and sheep (3.96% in Arada pack, 27.78% in Montemuro pack and 8.71% in Cinfães pack) (Fig 2). Regarding wild prey, wild boar was the most consumed (5.56% in Arada pack, 3.70% in Montemuro pack and 3.48% in Cinfães pack), followed by lagomorphs (1% only in Cinfães pack) (Fig 2). However, when the percentage of consumed biomass is considered, cow ranked the first of the consumed prey (56.34%), then goat (32.12%) and then sheep (8.19%) (Fig 3). Overall, domestic ungulates comprised the dominant part of the diet (94.45% in Arada pack, 96,3% in Montemuro pack and 95.67% in Cinfães pack) and wild

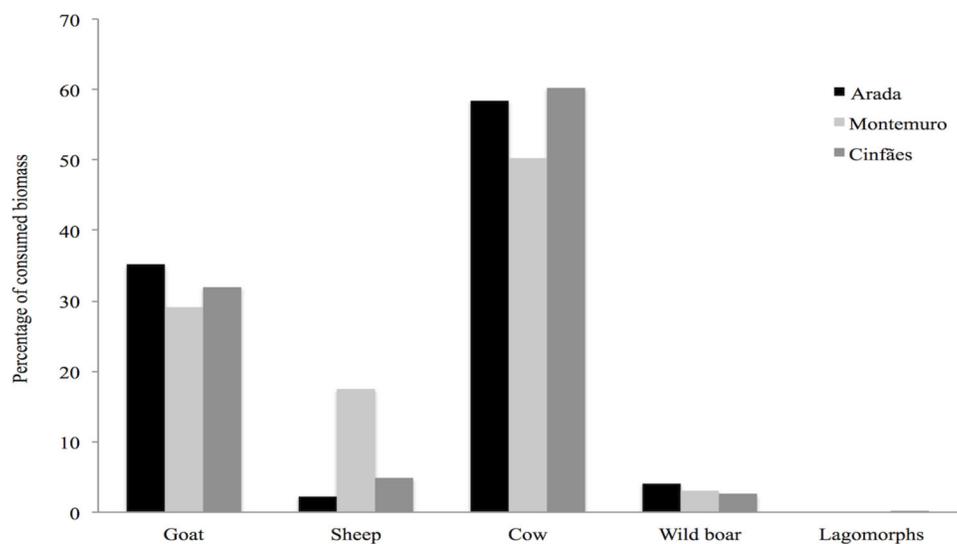


**Fig 2. Composition of Iberian wolf diet in terms of frequency of occurrence, based on scat analysis of three Iberian wolf packs in central Portugal, between 2011 and 2014.**

doi:10.1371/journal.pone.0129379.g002

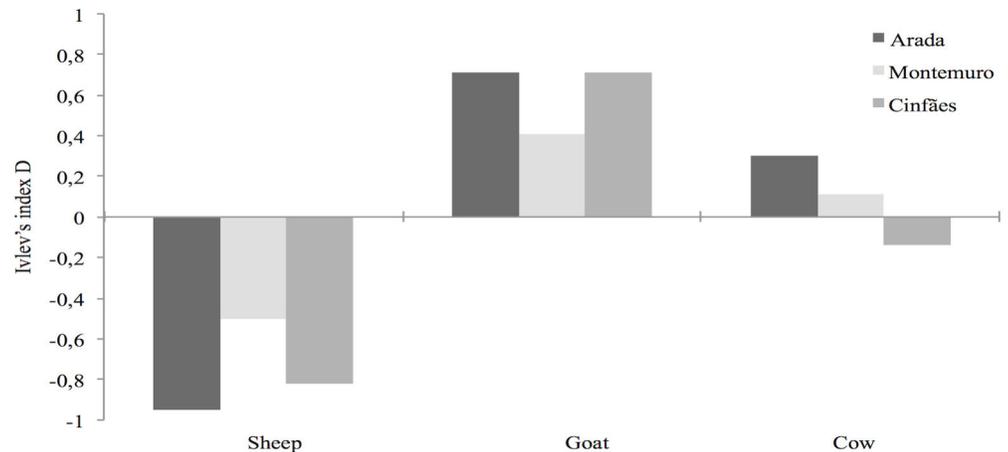
species only a small part (5.56% in Arada pack, 3.70% in Montemuro pack and 4.34% in Cinfães pack).

Niche breadth index, estimated by the standardized Levin’s index, was narrow for all the three packs, indicating a specialization of wolves in one group of prey—livestock. Niche breadth index was greater for Montemuro pack ( $B = 0.56$ ), and similar for Arada ( $B = 0.3$ ) and Cinfães pack ( $B = 0.28$ ).



**Fig 3. Prey species identified in the diet of Iberian wolf in central Portugal, in terms of biomass consumed, from analysis of 295 scats, collected from a human-dominated landscape between 2011 and 2014.**

doi:10.1371/journal.pone.0129379.g003



**Fig 4. Prey selectivity (Ivlev's index D) for sheep *Ovis aries*, goat *Capra hircus* and cow *Bos taurus*, based on scat analysis (n = 295) of three Iberian wolf packs (Arada, Montemuro and Cinfães), in central Portugal, between 2011 and 2014.** The index is based on the frequency of prey species in scats relative to the availability of these species in the area. Species with positive index values are selected while those with negative numbers are avoided.

doi:10.1371/journal.pone.0129379.g004

The dietary overlap between the three packs, measured by the Pianka Index, was very high: 0.915 between Arada and Montemuro packs, 0.996 between Arada and Cinfães pack and 0.941 between Montemuro and Cinfães pack; the average was 0.931.

Ivlev's electivity index showed that goat were positively selected in all packs (Arada: D = 0.71; Montemuro: D = 0.41; Cinfães: D = 0.71), being consumed upon a greater extent than expected by its availability, which could be attributable to preference or greater accessibility, cow was positively selected in the Arada pack (E = 0.3) and Montemuro pack (E = 0.11) but negatively selected in Cinfães pack (E = -0.14) and sheep was negatively selected in all packs (Arada: E = -0.95; Montemuro: E = -0.5; Cinfães: E = -0.82), being consumed less often than it might be expected from their availability in the study area (Fig 4).

## Discussion

Our study confirmed domestic ungulates as wolves' primary prey in central Portugal. Such preference had already been shown in other areas of their southern European geographical distribution [14], [17], [18]. However, hitherto, no other study has reported such a extreme preference/dependence on domestic animals, with livestock constituting more than 90% of this species' diet. Such fact is the reason for the rooted human-predator conflict in our study area, which can jeopardize the Iberian wolf conservation, ultimately resulting in some local extinctions. Nevertheless, [14] and [38] had already recorded high levels of livestock depredation by wolf in Portugal and central Iran, respectively. One of the reasons that might explain why livestock contributed to most of the wolf diet is the low diversity (and density) of wild ungulates. The main ungulate species in the study area is wild boar and that is reflected on our results. Contrarily, in central and eastern Europe wolves predominantly prey on wild ungulates [10], [12], [39], [40], [41]. When this occurs, there is generally a positive selection towards red deer [9] and roe deer [10]. Some studies showed a positive selection for wild boar in places where red deer densities were low [41], [42]. In a study in the Apennine mountains (Italy) wild boar constituted 62% of the consumed biomass [41]. In our study area, the lack of a diverse community of wild ungulates may lead wolves to feed on the only available wild ungulate. When there is a high abundance, richness and diversity of wild ungulate species, predation of livestock

species is apparently low [13]. The other factor explaining high levels of livestock depredation is related to the husbandry practices. Livestock generally roams freely in the mountains in large numbers, representing a predictable and easy to kill prey that lack most anti-predator tactics. Some flocks in the study area roam alone, without any shepherd or guarding dogs. Studies have shown that improving efficiency of husbandry practices (confining sheep in fenced fields, as an example) dramatically reduces depredation losses by carnivore's predation [43]. Wolves are opportunistic predators and are well adapted to prey overabundant livestock having done that for centuries in the humanized landscape of southern Europe.

In all the studied packs, based on the frequency of occurrence, wolves diet was based primarily on goats and this prey item was positively selected in all packs. This may be related to the presence of large flocks of goats (one village in our study area has more than 1.000 goats in just one flock) and their tendency to spread all over the mountain making them accessible prey. Interestingly, sheep were less consumed than expected. Wolves' preference toward goats over sheep has been previously documented in Portugal [14] and Greece [18]. In central Italy instead, sheep was the preferred livestock prey, but in that case, goats' availability was low [44]. As proposed by [45], prey selectivity depends on the degree of habitat overlap, encounter rates between predator and prey, vulnerability and predictability of prey occurrence. Maybe wolves have higher encounter rates and better attack opportunities with goat flocks as they are highly dispersed. This might be the case in our study area: goat flocks extent over larger areas and feed on remote and steep slopes, favoring wolves predation, on the contrary to sheep which roam together, with shepherds or guarding dogs and on more accessible areas. Additionally, wolves also prefer more inaccessible areas, representing less disturbed places, thereby overlapping its range with goats range as predation on goats must be higher in the most rough and remote parts of our study areas. Our results show that even though livestock constitute most part of wolves diet, different livestock species represent different predation opportunities for wolves. Comparing the three domestic species present in the study area, cows were the less consumed and even avoided in the Cinfães pack. Cows are the most valuable livestock species for rural communities, and shepherds might prevent cow predation by keeping cows closer to villages or by herding them. Additionally, cows are large preys and thus more dangerous or harder to kill and wolves might avoid the danger of getting injured if they have other predation opportunities. Transects were randomly distributed along the study area so we believe that our results are representative of the diet of the three studied packs and are unlikely to have bias. It is important to mention that scat analysis only reveals what wolves ate and that may not necessarily correspond to what they killed, as scavenging events on dead livestock can occur. In fact, one drawback of scats analysis is that it does not provide specific details about wolf predation and may overrepresent scavenged prey. However our results indicate a strong preference on livestock, and in our study area dead livestock are not generally left on the mountains for scavenging, so there are no reasons to believe that livestock presence in the wolf diet does not reflect wolf predation.

Our results showed that wolves in Portugal depend largely on livestock. Although wolves take advantage of the availability of food due to human proximity, they pay a high price by suffering a significant non-natural mortality. Moreover, in the last decades, there was a dramatic rural exodus, with many villages being abandoned in many regions of Portugal with a consequent decrease of livestock densities. With the main food source for wolves decreasing, and no wild prey being available, wolves may disappear from these regions. The scarcity of wild prey and human-conflicts can ultimately result in some local extinction. Wolves living in such conditions are in a precarious balance. In this context, a reintroduction project of roe deer is beginning in the same areas of the studied packs [46]. In a medium to long-term this will once again allow the wolf a choice of natural prey, and, politically, it will show that wolf conservation is a

dynamic process and not merely a passive protection defense. Further, several studies have suggested that the presence of several wild prey species appeared to be more effective than a single prey in reducing livestock predation [13]. Livestock depredation seems to decrease in areas with higher densities of wild prey [13], [47]. However, the restoration of native ungulates will still take time; meanwhile with livestock decreasing in some regions of Portugal and no large wild prey populations being available, wolves may disappear from these areas. So, the short-term solution should not only be focused on reintroducing wild prey but additional management measures are needed. Even though some controversy exists in the effectiveness of schemes that provide compensation for livestock losses to wolves, those programs can be helpful as short-term measures to mitigate the conflict between humans and wolves. We believe that changing attitudes towards wolves is urgently needed and environmental education is an important tool to get wolves accepted. But research on more appropriate ways of reducing livestock attacks by wolves is needed. Therefore strategies for balancing wolf conservation with human concerns are crucial. Based on what was previously mentioned it is obvious that a single solution is not the answer and resolutions have to be case specific. It is also fundamental a new culture of cattle grazing, including higher investment in livestock guarding dogs as they play a vital role in preventing livestock predation [48]. Several studies have showed that guarding dogs appear to reduce losses [48], [49]. Wolves may avoid areas with livestock guarding dogs, as dogs may disrupt predatory sequences by wolves, enforcing indirect or direct aggression. In Portugal, some native livestock guarding dog breeds have been delivered to shepherds in the north and central Portugal. So far, the results are promising (reduction of the attacks from 13 to 100%) (S. Ribeiro, personal communication). However such number does not take into account some confounding factors (e.g. density of predators, livestock vulnerability, guarding dogs variability and breeds, experience of shepherds, etc).

The conservation of Iberian wolf populations should represent a priority in Portugal, where this subspecies is endangered. Strategies for balancing wolf conservation with human concerns are crucial for successful restoration and subsequent management.

## Acknowledgments

We are grateful to all the people who provided valuable assistance in the field and A. Valente for laboratory support in the scats analysis. Likewise, Associação de Conservação do Habitat do Lobo Ibérico (ACHLI) provided invaluable support. We thank R. Morgado and the anonymous reviewers for constructive comments on the manuscript. This work was co-supported by European Funds through COMPETE and by National Funds through the Portuguese Science Foundation (FCT) within project UID/AMB/50017/2013.

## Author Contributions

Conceived and designed the experiments: RT. Performed the experiments: RT NS. Analyzed the data: RT. Contributed reagents/materials/analysis tools: NS CF GB. Wrote the paper: RT NS CF.

## References

1. Sergio F, Caro T, Brown D, Clucas B, Hunter J, Ketchum J, et al. (2008) Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annu Rev Ecol Evol S* 39: 1–19.
2. Ripple WJ, Beschta RL (2012) Trophic cascades in Yellowstone: The first 15 years after wolf reintroduction. *Biol Cons* 145:205–213.
3. Kaczensky P, Chapron G, von Arx M, Huber D, Andrén H, Linnell J (2013) Status, management and distribution of large carnivores—bear, lynx, wolf & wolverine in Europe. *European Commission*.

4. Álvares F (2011) Ecologia e conservação do lobo (*Canis lupus*, L.) no noroeste de Portugal. In: Tese de Doutoramento em Biologia da Conservação. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
5. Cabral MJ, Almeida J, Almeida PR, Dellinger T, Ferrand de Almeida N, Oliveira M, et al. (2005). *Livro vermelho dos vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza.
6. Okarma H (1993) Status and management of the wolf in Poland. *Biol Cons* 66:153–158
7. Jedrzejewski W, Schmidt K, Theuerkauf J, Jedrzejewska B, Selva N, Zub K et al. (2002). Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Bialowieza Primeval Forest (Poland). *Ecology* 83: 1341–1356.
8. Kojola I, Huitu O, Toppinen K, Heikura K, Heikkinen S, Ronkainen S. (2004) Predation on European wild forest reindeer (*Rangifer tarandus*) by wolves (*Canis lupus*) in Finland. *J Zool* 263:229–235.
9. Nowak S, Mysłajek RW, Jędrzejewska B (2005). Patterns of wolf *Canis lupus* predation on wild and domestic ungulates in the Western Carpathian Mountains (S Poland). *Acta Theriol* 50:263–276.
10. Ansorge H, Kluth G, Hahne S (2006) Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriol* 51:99–106.
11. Gula R (2008) Wolf depredation on domestic animals in the Polish Carpathian Mountains. *J Wildl Manage* 72:283–289.
12. Nowak S, Mysłajek RW, Kłosińska A, Gabry G (2011) Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonising Western and Central Poland. *Mamm Biol* 76:709–715.
13. Meriggi A, Lovari S (1996) A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock? *J Appl Ecol* 1561–1571.
14. Vos J (2000) Food habits and livestock depredation of two Iberian wolf packs (*Canis lupus signatus*) in the north of Portugal. *J Zool* 251:457–462.
15. Capitani C, Bertelli I, Varuzza P, Scandura M, Apollonio M (2004) A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different Italian ecosystems. *Mamm Biol* 69:1–10.
16. Gazzola A, Capitani C, Mattioli L, Apollonio M (2008). Livestock damage and wolf presence. *J Zool* 274: 261–269.
17. Barja J (2009) Prey and prey-age preference by the Iberian wolf *Canis lupus signatus* in a multiple-prey ecosystem. *Wildl Biol* 15(2):147–154.
18. Iliopoulos Y, Sgardelis S, Koutis V, Savaris D (2009) Wolf depredation on livestock in central Greece. *Acta Theriol* 54:11–22.
19. Athreya V, Odden M, Linnell JD, Krishnaswamy J, Karanth KU (2014) A cat among the dogs: leopard *Panthera pardus* diet in a human-dominated landscape in western Maharashtra, India. *Oryx*: 1–7.
20. Athreya V, Odden M, Linnell JD, Krishnaswamy J, Karanth KU (2013) Big cats in our backyards: persistence of large carnivores in a human dominated landscape in India. *PLoS One* 8(3): e57872. doi: [10.1371/journal.pone.0057872](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057872) PMID: [23483933](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23483933/)
21. Bagchi S, Mishra C (2006) Living with large carnivores: predation on livestock by the snow leopard (*Uncia uncia*). *J Zool* 268(3):217–224.
22. Berger KM (2006) Carnivore-Livestock conflicts: effects of subsidized Predator control and economic correlates on the sheep industry. *Conserv Biol* 20:751–761. PMID: [16909568](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16909568/)
23. INE (2011) Recenseamento Agrícola 2009—Análise dos principais resultados. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa. doi: [10.1002/ece3.1303](https://doi.org/10.1002/ece3.1303) PMID: [25558364](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25558364/)
24. Godinho R, Llana L, Blanco JC, Lopes S, Álvares F, Garcia EJ, et al. (2011). Genetic evidence for multiple events of hybridization between wolves and domestic dogs in the Iberian Peninsula. *Mol Ecol* 20:5154–5166. doi: [10.1111/j.1365-294X.2011.05345.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05345.x) PMID: [22066758](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22066758/)
25. Klare U, Kamler JF, Macdonald DW (2011) A comparison and critique of different scat-analysis methods for determining carnivore diet. *Mamm Rev* 41:294–312.
26. Oli MK (1993) A key for the identification of the hair of mammals of a snow leopard (*Panthera uncia*) habitat in Nepal. *J Zool* 231:71–93.
27. Shehzad W, McCarthy TM, Pompanon F, Purevjav L, Coissac E, Riaz T, et al. (2012) Prey preference of snow leopard (*Panthera uncia*) in South Gobi, Mongolia. *PLoS One* 7:e32104. doi: [10.1371/journal.pone.0032104](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032104) PMID: [22393381](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22393381/)
28. Shehzad W, Riaz T, Nawaz MA, Miquel C, Poillot C, Shah SA, et al. (2012) Carnivore diet analysis based on next-generation sequencing: application to the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Pakistan. *Mol Ecol*, 21, 1951–1965. doi: [10.1111/j.1365-294X.2011.05424.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05424.x) PMID: [22250784](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22250784/)
29. Teerink B (2003) *Hair of West European mammals: atlas and identification key*. Cambridge University Press.

30. Floyd TJ, Mech DL, Jordan PA (1978) Relating wolf scat content to prey consumed. *J Wild Mange* 42:528–532.
31. Weaver JL (1993) Refining the equation for interpreting prey occurrence in gray wolf scats. *J Wild Mange* 534–538.
32. Duyne C, Ras E, Vos AE, Boer WF, Henkens RJ, Usukhjargal D (2009). Wolf predation among reintroduced Przewalski horses in Hustai National Park, Mongolia. *J Wild Mange* 73(6): 836–843.
33. Fonseca C, Correia F (2008) O Javali. *Colecção Património Natural Transmontano*. João Azevedo Editor (1ª Edição). Mirandela, 168 pp.
34. Levins R (1968) *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton University Press.
35. Hurlbert SH (1978) The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59: 67–77.
36. Pianka ER (1973) The structure of lizard communities. *Annu Rev Ecol Syst* 53–74.
37. Jacobs J (1974) Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14: 413–417.
38. Hosseini-Zavarei F, Farhadinia MS, Beheshti-Zavareh M, Abdoli A (2013) Predation by grey wolf on wild ungulates and livestock in central Iran. *J Zool* 290(2):127–134.
39. Sidorovich VE, Tikhomirova LL, Jedrzejewska B (2003) Wolf *Canis lupus* numbers, diet and damage to livestock in relation to hunting and ungulate abundance in northeastern Belarus during 1990–2000. *Wildl Biol* 9:103–111.
40. Jedrzejewski W, Niedziałkowska M, Hayward MW, Goszczynski J, Jedrzejewska B, Borowik T, et al. (2012) Prey choice and diet of wolves related to ungulate communities and wolf subpopulations in Poland. *J Mammal* 93:1480–1492.
41. Davis ML, Stephens PA, Willis SG, Bassi E, Marcon A, Donaggio E, et al. (2012) Prey selection by an apex predator: the importance of sampling uncertainty. *PLoS One* 7:e47894. doi: [10.1371/journal.pone.0047894](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047894) PMID: [23110122](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23110122/)
42. Meriggi A, Brangi A, Schenone L, Signorelli D, Milanese P (2011) Changes of wolf (*Canis lupus*) diet in Italy in relation to the increase of wild ungulate abundance. *Ethol Ecol Evol* 23:195–210.
43. Karlsson J., & Johansson Ö. (2010). Predictability of repeated carnivore attacks on livestock favours reactive use of mitigation measures. *J Appl Ecol* 47:166–171.
44. Ciucci P, Boitani L (1998) Wolf and dog depredation on livestock in central Italy. *Wildl Soc Bull* 504–514.
45. Huggard DJ (1993) Prey selectivity of wolves in Banff National Park. I. Prey species. *Can J Zool* 71:130–139.
46. Cruz T, Fonseca C, Carvalho J, Oliveira B, Torres RT (2014) Roe deer reintroduction in central Portugal: a tool for Iberian wolf conservation. *Galemys* 26: 31–40. PMID: [25954573](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25954573/)
47. Odden J, Nilsen EB, Linnell JD (2013) Density of wild prey modulates lynx kill rates on free-ranging domestic sheep. *PLoS One* 8:e79261. doi: [10.1371/journal.pone.0079261](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079261) PMID: [24278123](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24278123/)
48. Smith ME, Linnell JD, Odden J, Swenson JE (2000) Review of methods to reduce livestock depredation: I. Guardian animals. *Acta Agric Scand A* 50:279–290.
49. Espuno N, Lequette B, Poulle ML, Migot P, Lebreton JD (2004) Heterogeneous response to preventive sheep husbandry during wolf recolonization of the French Alps. *Wild Soc Bull* 32:1195–1208.

