



Universidade de Aveiro
2021

**Carlos Henrique Lima
Barroqueiro**

**Uso e seleção de habitat pelo javali em diferentes
contextos paisagísticos**



Universidade de Aveiro
2021

**Carlos Henrique Lima
Barroqueiro**

**Uso e seleção de habitat pelo javali em diferentes
contextos paisagísticos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada, realizada sob a orientação científica da Doutora Rita Maria Tinoco da Silva Torres, Investigadora Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e CESAM e do Doutor João Luís Oliveira Carvalho, Investigador Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e CESAM.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria Helena Abreu Silva
Professora auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

arguente

Doutor Pedro Bernardo Marques da Silva Rodrigues Sarmento
Técnico Superior do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

orientador

Doutor João Luís Oliveira Carvalho
Investigador Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e CESAM

agradecimentos

Os dois últimos anos, que culminaram neste trabalho, foram de dedicação, esforço e superação, mas sobretudo de aprendizagem. Contudo, nunca conseguiria ter chegado aqui sem o apoio e ajuda de algumas pessoas:

Aos meus orientadores, Doutora Rita Tinoco Torres e Doutor João Carvalho, por todo o apoio, ajuda e paciência na construção e escrita desta dissertação.

Ao Nuno e ao Guilherme por toda a ajuda e dias de trabalho de campo, obrigado por todos os ensinamentos que me passaram e que irei levar para o resto da vida.

Ao Nuno, ao Guilherme e à Maria por me terem ajudado no processamento dos milhares de registos fotográficos, sem o vosso apoio não teria sido possível a entrega desta dissertação.

Um agradecimento especial ao Guilherme Pereira que além de toda a ajuda no trabalho de campo e na análise das fotografias, me disponibilizou uma boa parte do seu tempo para me ajudar com a análise estatística.

Ao Ricardo, que sempre se mostrou disponível para ouvir as minhas preocupações e que me mostrou muitas vezes o outro lado dos problemas ajudando-me a superá-los.

Aos amigos, que já me acompanham há 5 anos, Gabriela, Beatriz, Jéssica, Fidalgo e Girão. Sem vocês nunca conseguiria ter chegado aqui. Obrigado por me aturarem mesmo naqueles momentos em que era mais difícil de aturar.

À Inês que foi um dos meus maiores apoios durante este período tendo sempre paciência para me ouvir e para me mostrar que eu era capaz de superar todos os desafios. Obrigado por me motivares e por me teres dado força para não desistir.

Ao meu pai, mãe, irmã e restante família por todo o apoio dado e pela paciência para ouvirem os meus desabafos e para aturarem as minhas crises existenciais diárias durante o período de escrita desta dissertação. Obrigado por nunca me deixarem desistir, por me darem força para sair da minha zona de conforto e por terem sempre um bocadinho para me mostrar que há sempre uma solução.

Por último, este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto “Plano Estratégico e de Ação do Javali em Portugal” financiado pelo Fundo Florestal Permanente/ICNF.

palavras-chave

Fotoarmadilhagem, Habitat, Javali, Ocupação, Portugal, *Sus scrofa*, Ungulados.

resumo

As populações de javali (*Sus scrofa*) têm aumentado substancialmente nas últimas décadas. Além disso, esta espécie, tem alargado consideravelmente a sua área de distribuição. Assim, o estudo das dinâmicas da ocupação do javali torna-se importante para a definição de ações relativas à sua gestão e à gestão dos territórios que esta habita, bem como, no aprofundamento do conhecimento ecológico, comportamental e biológico do mesmo. Este tópico ganha ainda mais importância devido aos impactos negativos que esta espécie provoca nas atividades humanas. Danos na agricultura, acidentes rodoviários, transmissão de zoonoses e dificuldades na conservação de outras espécies que ocupam os mesmos espaços que o javali, são cada vez mais frequentes e com maior dimensão. É, portanto, imprescindível que as medidas de gestão da espécie e mitigação da sua ação (e.g., caça, a armadilhagem, o controlo de fertilidade, a alimentação artificial ou a utilização de vedações), sejam implementadas no local correto e no momento oportuno para que o resultado seja o desejado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi descrever a ocupação e utilização do espaço pelos javalis em diferentes escalas espaciais tendo em conta diferentes cenários paisagísticos, ecológicos e de gestão, no norte e centro de Portugal continental. O estudo foi realizado em sete áreas inseridas em zonas de caça com diferentes tipologias de zonas de caça e vários modelos de gestão da espécie. Em cada área, foram definidos 25 pontos de amostragem, à exceção da zona de caça nacional da Lombada onde foram colocadas 30 câmaras. A técnica utilizada (armadilhagem fotográfica) permite obter um elevado volume de dados, na forma de registos fotográficos durante um período de tempo alargado, e sem que ocorram perturbações nas populações animais. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o javali ocupa uma ampla variedade de habitats. Concluiu-se, no entanto, que a ocupação dos javalis é beneficiada pela cobertura herbácea ($\beta = 0,536 \pm 0,217$, p-value = 0,013) e pela altura da vegetação arbustiva ($\beta = 0,963 \pm 0,324$, p-value = 0,0003). As restantes variáveis testadas não foram estatisticamente significativas. Os resultados comprovam o carácter generalista do javali visto que este tem a capacidade de ocupar uma grande variedade de habitats. Apesar de preferirem áreas com vegetação arbustiva mais desenvolvida e com maior quantidade de vegetação herbácea, o javali tem a capacidade de se ajustar a uma grande variedade de condições do habitat, adaptando-se inclusivamente até às perturbações derivadas da atividade humana.

keywords

Camera trap, Habitat, Occupancy, Portugal, *Sus scrofa*, Ungulates, Wild boar.

abstract

Wild boar (*Sus scrofa*) populations have increased substantially in recent decades. This species has also expanded their distribution throughout the Palearctic realm. The study of the wild boar occupation dynamics is therefore crucial for the management of wild boar populations but also for landscape-based measures, as well as in the deepening of its ecological, behavioral and biological knowledge. This issue is even more relevant due to the negative impacts that this species causes on human activities. Agricultural damage, road accidents, transmission of zoonoses and difficulties in the conservation of other species living in sympatry with the wild boar, are increasingly frequent and severe. Therefore, it is essential that mitigation measures such as hunting, trapping, fertility control, artificial feeding or the use of fences, are implemented in the right place so that they induce the desired effects. In this context, the main objective of this study was to reveal eventual differences in the occupation and use of space by wild boars on different spatial scales, different landscape, different ecological and management areas, on the north and centre of mainland Portugal. The study was carried out in seven areas encompassing different hunting areas and various species management models. In each area, 25 camera traps were set with the exception of Lombada, where 30 cameras were used. The camera trapping technique allows the access to a high volume of data, in the form of photographic files, without causing disturbances to animal populations for a long period of time. The results obtained in this study demonstrate that the wild boar occupies a wide variety of habitats. It was concluded, however, that wild boar occupancy is assisted by herbaceous cover ($\beta = 0.536 \pm 0.217$, p-value = 0.013) and by the height of shrub vegetation ($\beta = 0.963 \pm 0.324$, p-value = 0.0003). The remaining variables tested were not statistically significant. The results demonstrated the generalist nature of wild boar since they have the ability to occupy any habitat. Although they prefer areas with more developed shrub vegetation and a greater amount of herbaceous vegetation, wild boars have the capacity to adjust to a wide variety of habitat conditions, even adapting to disturbances derived from human activity.

Índice:

1. Introdução	1
1.1 O javali na Europa e no Mundo	1
1.2 O javali como engenheiro do ecossistema	2
1.3 Impactos do javali	3
1.4 Medidas de Mitigação	4
1.4.1 Caça	4
1.4.2 Armadilhagem e translocação	5
1.4.3 Controlo de fertilidade	5
1.4.4 Alimentação artificial	5
1.4.5 Vedações	6
1.5 Seleção de habitat	6
1.6 Objetivos	7
2. Materiais e métodos	8
2.1 Área de estudo	8
2.1 Desenho experimental	10
2.2 Variáveis ambientais	14
2.3 Análise de dados	19
3. Resultados	21
4. Discussão	28
5. Conclusão	31

Índice de figuras:

Figura 1- Número de javalis abatidos por ano (linha verde) e do número de licenças de caça emitidas por ano (linha azul) (dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2021). _____	2
Figura 2- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCN Lombada. _____	11
Figura 3- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCA Castreja. _____	11
Figura 4- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Porca de Murça. _____	11
Figura 5- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCA Castelo Melhor. _____	11
Figura 6- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCT Herdade da Cubeira. _	12
Figura 7- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Penela. _____	12
Figura 8- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Aveiro. _____	13
Figura 9- Câmara colocada em estaca (esquerda) e em árvore (direita). _____	13
Figura 10- Registos noturnos (esquerda) e diurnos (direita) de javali recolhidos durante o período de amostragem. _____	19

Índice de tabelas:

Tabela 1- Descrição e caracterização das áreas de estudo tendo em conta o modelo de gestão, possíveis perturbações e outras espécies de ungulados presentes.	9
Tabela 2- Variáveis utilizadas na análise estatística para as várias hipóteses: descrição, nomenclatura, valores, fonte e justificação.	15
Tabela 3- Número de registos de javali em cada área de estudo.	21
Tabela 4- Modelos de detetabilidade do javali.	22
Tabela 5- Modelo nulo para a ocupação do javali.	23
Tabela 6- Modelos de ocupação do javali para a H1: Perturbação antropogénica.	23
Tabela 7- Modelos de ocupação do javali para a H2: Recursos básicos.	23
Tabela 8- Modelos de ocupação do javali para a H3: Composição do habitat a uma microescala.	24
Tabela 9- Modelos de ocupação do javali para a H3: Composição do habitat a uma microescala.	25
Tabela 10- Coeficientes médios (Coef) das variáveis incluídas nos melhores modelos para a detetabilidade.	26
Tabela 11- Variáveis testadas nos modelos que melhor explicam a ocupação do javali.	26

1. Introdução

1.1 O javali na Europa e no Mundo

O javali (*Sus scrofa*) é uma das espécies de mamíferos com mais ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde a Europa ocidental até à Ásia oriental^{1,2}. Este ungulado ocupa uma grande variedade de habitats, podendo ser encontrado desde ecossistemas semidesérticos a florestas tropicais¹. Na Europa, nas últimas décadas, tem-se verificado um aumento em número e distribuição das populações de javalis³. Este aumento deve-se não só a recolonizações naturais, tal como aconteceu em alguns países, como a Finlândia ou a Estónia, mas também a processos de reintrodução como são os casos do Reino Unido e da Suécia^{1,2}. Durante os próximos anos, antevê-se que as populações de javali continuem a aumentar em toda a Europa⁴.

Um dos aspetos chave para o sucesso do javali, deve-se ao seu elevado potencial reprodutor^{3,5,4}. Este sucesso reprodutor é influenciado não apenas por fatores genéticos e individuais, mas também pelo clima e pela quantidade de recursos disponíveis⁶. Frequentemente ocorre o cruzamento entre javalis e porcos domésticos. Deste acasalamento resultam híbridos cujo potencial reprodutor é maior pois, as fêmeas, além de darem origem a ninhadas maiores, poderão ter mais de uma ninhada por ano^{6,7}. A temperatura é dos fatores que mais influencia o sucesso reprodutor do javali^{5,8}. O aumento da temperatura, provoca um aumento da disponibilidade de alimento ao mesmo tempo que diminui a mortalidade dos juvenis, potenciando assim o seu sucesso reprodutor e, conseqüentemente a densidade de animais⁵. Porém, situações climáticas extremas como as secas diminuem a performance reprodutiva^{6,9}. Nestes casos, a disponibilidade de recursos é expectavelmente menor, o que se traduz em ninhadas mais pequenas e numa maior mortalidade de juvenis⁹.

Para esta espécie, um dos fatores determinantes para a reprodução é a massa corporal e a condição física do indivíduo¹⁰. Estes fatores variam com a estrutura da população, clima e recursos disponíveis, com a pressão cinegética e com a predação a que as populações estão sujeitas¹⁰. O javali é uma espécie considerada generalista e omnívora¹¹. Ou seja, o espectro alimentar desta espécie é amplo não tendo assim grande dificuldade em encontrar alimento¹¹. Sendo este também um fator bastante importante no seu sucesso, estratégias de gestão como a alimentação suplementar poderão fazer com que o crescimento populacional seja exponencial uma vez que existe sempre alimento disponível em grandes quantidades^{5,12}. Tendo este aspeto em consideração, a escolha de um habitat que forneça todas as condições para a maximização da

condição física vai determinar os padrões de distribuição dos indivíduos¹³. No que respeita à idade, é cientificamente reconhecido que fêmeas com idades superiores a um ano terão maior sucesso reprodutor¹⁴. É assim de esperar que populações onde existam mais fêmeas com mais de um ano, tenham mais crias por ninhada¹⁴. Apesar de, em Portugal, a média de crias por ninhada ser inferior à de outros países europeus, esta tendência de aumento populacional também se verifica^{2,3,5-14}. Através dos dados compilados pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) é possível concluir que o número de caçadores tem vindo a diminuir^{2,3,15-17}(Figura 1). Contudo, o número de javalis abatidos por ano demonstra uma tendência contrária, aumentando consecutivamente ao longo dos anos (Figura 1). Este aumento de abates pode indicar um aumento populacional desta espécie no nosso país.

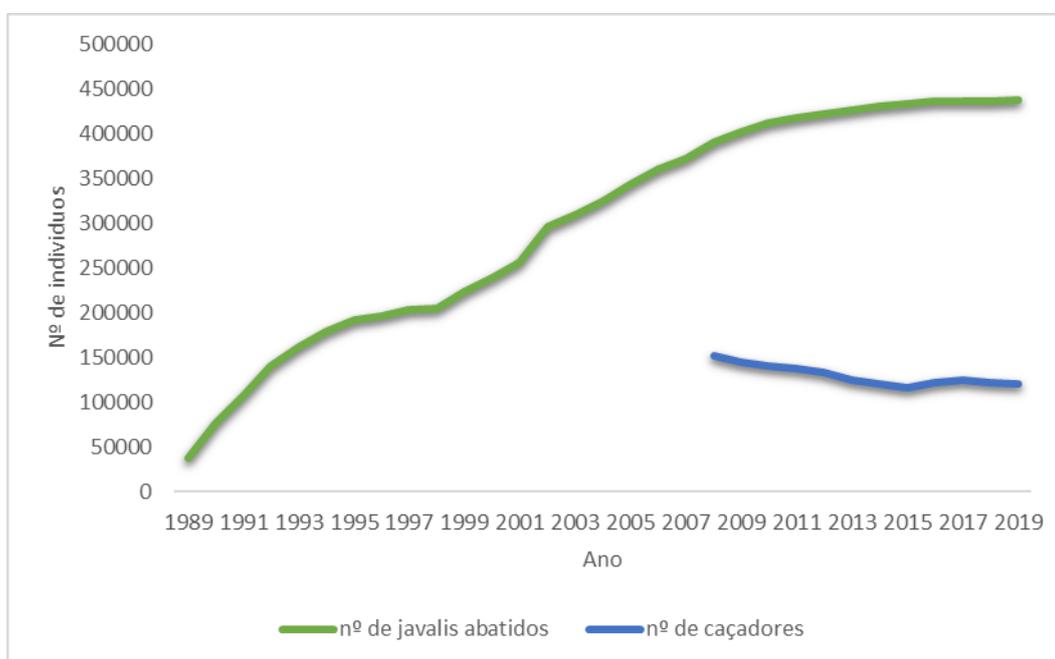


Figura 1-Número de javalis abatidos por ano (linha verde) e do número de licenças de caça emitidas por ano (linha azul) (dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2021).

1.2 Papel do javali nos ecossistemas

O javali é a espécie de caça maior mais explorada em Portugal com mais de 438 mil indivíduos abatidos em 2019. Além de ser um importante recurso cinegético e comercial, o que faz com que tenha um grande interesse socioeconómico, o javali desempenha um importante papel ecológico^{18,19}. Na sua busca por alimento, o javali influencia o ciclo de nutrientes do solo²⁰. Em regiões onde os solos não são revolvidos de forma intensiva, a maior disponibilidade de nutrientes tem um impacto positivo na diversidade vegetal²¹. O javali é um importante dispersor de

sementes^{21,22}. Esta dispersão ocorre essencialmente por dois métodos: a endozoocoria, em que os diásporos são ingeridos pelos animais e mais tarde são excretados através das fezes, e a epizoocoria em que as sementes se fixam ao pelo dos animais sendo assim levadas por estes²¹. Através destes processos de dispersão de sementes as plantas conseguem alcançar áreas mais afastadas da planta original e assim colonizar novas regiões²¹. Plantas como a *Urtica dioica* e a *Deschampsia cespitosa* utilizam o método de epizoocoria, já plantas como *Vaccinium myrtillus* ou *Chenopodium polyspermum* são dispersas através de endozoocoria. Existem também espécies animais que beneficiam com a presença do javali. É o caso da borboleta *Pyrgus malvae*, que beneficia do facto de o javali favorecer as espécies de plantas essenciais ao seu desenvolvimento larvar²³. O javali desempenha também um papel muito importante na conservação de espécies de predadores de topo ameaçados de extinção como o lobo-ibérico (*Canis lupus signatus*)^{24,25}. Para o lobo, o javali é a terceira presa mais consumida no Parque Natural de Montesinho correspondendo a 19.5% da dieta do lobo, sendo apenas superado pelo corço (*Capreolus capreolus*) e pelo veado (*Cervus elaphus*)²⁴. O javali é assim um importante engenheiro dos ecossistemas, cujo impacto positivo ou negativo depende do contexto ecológico e social onde o mesmo se insere.

1.3 Impactos do javali

Com o aumento das populações de javali, torna-se inevitável o contacto dos animais com as populações humanas. Estas interações resultam frequentemente em prejuízos para o ser humano dando origem a conflitos. São estes conflitos que fazem com que esta espécie seja vista como uma praga em muitos locais do planeta^{11,26}. Os impactos desta espécie sentem-se em várias atividades humanas²⁷. São exemplos de conflitos os acidentes rodoviários, danos em produções agrícolas, transmissão de zoonoses e o impacto na conservação de outras espécies^{11,25,27-31}. O maior conflito será mesmo ao nível dos danos nas produções agrícolas. As plantações de gramíneas, em especial o milho, parecem ser das mais afetadas originando grandes prejuízos anuais^{11,25,30}. Contudo não são só os cultivos de milho que sofrem impactos. Produções vinícolas e de cereais como a aveia, o trigo ou a cevada também são muito afetadas pois os seus produtos revelam uma grande importância na alimentação dos javalis sendo muitas vezes encontrados nas análises a conteúdos estomacais³². Para Portugal, não existem dados acerca dos danos provocados por javalis. Todavia, na Croácia, em Itália e em França estima-se que os javalis são responsáveis por cerca de 95%, 90% e 87% dos danos em explorações agrícolas respetivamente³³. Assim, anualmente os javalis provocam cerca de 80 milhões de euros de prejuízos por toda a Europa³³.

Quando um espaço é partilhado por espécies animais, sejam elas silvestres ou domésticas, e o Homem, existe um risco inerente de transmissão de doenças³¹. Este risco aumenta com o aumento da densidade de animais³⁴. Doenças como a peste suína africana, ou a hepatite E são exemplos de algumas doenças com forte impacto nas populações de javali mas que se estendem às populações de produção de gado e ao Homem³⁵⁻³⁷. Existem ainda doenças provocadas por parasitas, como a equinococose cística ou a balantidiose, provocadas respetivamente pelos parasitas *Echinococcus ortleppii* e *Balantidium coli*^{29,38}.

O javali exerce uma influência significativa na dinâmica de espécies vegetais e animais^{11,25}. Apesar da maioria da sua dieta ser composta por matéria vegetal, o javali alimenta-se também de várias espécies animais^{11,25}. Além do consumo de espécies de invertebrados e de répteis, o javali, consome também vertebrados^{9,11,39}. As espécies de aves que nidificam no solo como o caimão (*Porphyrio porphyrio*) ou a perdiz vermelha (*Alectoris rufa*), são as mais afetadas, uma vez que, não só sofrem pressão de predação, como também têm os seus ninhos e ovos destruídos, o que se traduz na performance reprodutiva e dinâmica populacional destas espécies^{9,11}.

Assim, é de extrema importância ter conhecimento acerca da forma como esta espécie seleciona e usa o seu habitat para prevenir prejuízos para as atividades humanas e principalmente para evitar problemas de saúde pública. Importa também ter em consideração a redução dos impactos do javali nas restantes espécies que exploram o mesmo habitat.

1.4 Medidas de Mitigação

Um pouco por todo o mundo são tomadas medidas na tentativa de mitigar os conflitos Homem-javali e assim diminuir os prejuízos provocados pela espécie.

1.4.1 Caça

O método mais utilizado para controlar o número de javalis é a caça⁴⁰. A eficácia deste método depende do tipo de caça que é praticado. O método mais eficaz para a redução do número de javalis através do ato venatório baseia-se no abate de javalis jovens e de fêmeas^{40,41}. Contudo esta prática é mal vista por grande parte dos caçadores que consideram que abater javalis jovens não é ético⁴¹. Assim, quando utilizado um tipo de caça mais seletivo como as esperas são abatidos, preferencialmente, machos adultos⁴⁰. Por outro lado, métodos como as batidas ou montarias não são métodos tão seletivos o que faz com que sejam mais eficazes no controlo populacional⁴². Tendo estes aspetos em conta, neste momento, a caça realizada de forma convencional mostra-se ser

insuficiente para controlar a proliferação desta espécie⁴¹. Porém, este método permite mitigar os conflitos entre os javalis e o Homem principalmente a um nível regional, uma vez que é possível eliminar um grande número de indivíduos num espaço de tempo curto⁴⁰.

1.4.2 Armadilhagem e translocação

A utilização de armadilhas permite, em situações de elevada densidade, capturar um grande número de javalis num pequeno período de tempo⁴³. Este método era frequentemente complementado pela eutanásia porém, com o aumento da preocupação com o bem estar animal, a eutanásia é praticada numa pequena porção dos casos^{40,43}. Em vez de serem abatidos, os animais são transcolados para um local onde não é expectável que provoquem danos⁴⁰. O método de translocação é muito utilizado quando os animais ocupam algumas áreas urbanas e tem a vantagem de não provocar a morte do animal. Porém, a eutanásia ainda é utilizada para resolver alguns conflitos uma vez que a translocação, para além de ser mais cara do que a eutanásia, pode provocar a dispersão de doenças o que é uma grande desvantagem deste método⁴⁰. Esta prática é proibida em vários países europeus e, apesar de poder ser eficaz na mitigação de conflitos, não é eficaz no controlo populacional de javalis⁴⁰.

1.4.3 Controlo de fertilidade

Com o aumento da preocupação com o bem estar animal tem vindo a aumentar o interesse em métodos de mitigação não letais⁴⁴. Um destes métodos é o controlo da fertilidade através da inoculação por injeção ou via oral de imun contraceptivos. Estas vacinas inibem a atividade reprodutora através da redução da hormona libertadora de gonadotrofina (GnRH)⁴⁴. Estudos comprovam que a utilização deste tipo de vacinas pode impedir a reprodução das fêmeas inoculadas por vários anos, sem que se registem efeitos adversos para os animais⁴⁴. Este método é eficaz a longo prazo, não sendo recomendado em situações urgentes⁴⁰. Contudo, ainda não se utiliza este método em populações silvestres na Europa⁴⁰.

1.4.4 Alimentação artificial

A alimentação artificial pode ser utilizada para afastar os animais dos pontos críticos de conflitos ou então para os aglomerar num local específico onde se irá realizar uma caçada⁵. Os resultados deste tipo de medida são dispares sendo que em alguns casos resultou numa diminuição significativa dos danos, já noutros não só não houve redução dos danos como houve danos para a

biodiversidade derivado do aumento de números de javalis na área⁴⁰. Acresce o facto, desta medida acarretar custos elevados, e o aumento da disponibilidade de alimento pode traduzir-se num aumento as taxas de sobrevivência e reprodução⁴⁰. Assim, este método pode ser utilizado em situações muito específicas para a redução de danos em produções agrícolas como vinhas, mas quando mal aplicado, pode surtir efeitos contrários aos desejados.

1.4.5 Vedações

Com o objetivo de mitigar conflitos, nomeadamente acidentes rodoviários e danos nas culturas, são utilizadas redes que impedem que os animais atravessem as estradas ou entrem nos campos agrícolas⁴⁰. Estas vedações podem conter dispositivos que afastam os animais seja por som, luz, odor ou até através de vedações elétricas. Além de ser um procedimento com grandes custos, a utilização destas vedações tem como desvantagens a necessária vigilância frequente de danos na vedação e a criação de barreiras que impedem os movimentos, diários ou migratórios, de espécies e populações, podendo representar um importante impacto ecológico para várias espécies⁴⁰. Este método é muito eficaz na redução de danos nas culturas e na diminuição do número dos acidentes rodoviários⁴⁰.

Todas estas medidas de mitigação obtêm melhores resultados quando aplicadas em conjunto. É importante que, para a diminuição dos prejuízos causados, as medidas de gestão e as ações aplicadas tenham em conta fatores como a relação custo-benefício, a paisagem, os meios disponíveis e o objetivo da ação, para que as medidas tenham o efeito desejado.

1.5 Seleção de habitat

A seleção do habitat está relacionada com a sustentabilidade do ecossistema e com a densidade populacional, sendo que, se a densidade populacional for elevada, o fitness dos indivíduos tende a diminuir, o que faz com que alguns destes procurem um habitat mais favorável⁴⁵. Isto significa que a escolha do habitat tem uma grande relevância nas dinâmicas populacionais⁴⁵. Além da densidade, fatores como a disponibilidade e distribuição do alimento, a pressão de competição exercida por outros ungulados, a pressão cinegética, a estação do ano e as atividades humanas têm uma grande relevância na distribuição espacial dos javalis⁴⁵⁻⁴⁹. Durante o Verão, os javalis tendem a utilizar maioritariamente áreas agrícolas devido à grande disponibilidade de alimento fornecida pelas produções agrícolas, contudo necessitam sempre de pequenas manchas florestais para refúgio^{48,50}. Durante o inverno, ocupam áreas mais fechadas como florestas mistas e matos devido à grande quantidade de recursos e refúgio encontrados nessas áreas⁵¹. As batidas

feitas por caçadores fazem alterar a distribuição espacial dos indivíduos, uma vez que as zonas de refúgio sofrem muita perturbação, levando o javali a procurar novas áreas de abrigo⁴⁹. O facto de, em Portugal, os processos de caça de batida e montaria serem realizados entre outubro e fevereiro pode também incentivar a que os javalis reduzam a sua atividade e recorram a áreas mais fechadas durante o inverno³⁹. Para a mitigação dos impactos negativos desta espécie nas atividades humanas é necessário o conhecimento acerca da seleção e utilização do habitat por parte do javali.

O ser humano provocou alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas com a finalidade de tirar o maior proveito destes⁵². Práticas agrícolas como a agricultura intensiva ou a plantação de espécies exóticas provocam a degradação e a fragmentação do habitat o que leva a uma degradação da biodiversidade^{52,53}. Em Portugal, tem-se assistido a um abandono cada vez maior do meio rural, com as pessoas a deslocarem-se das terras do interior para os grandes centros urbanos, o que provoca alterações da paisagem⁵⁴. Esta desertificação fomenta a uma renaturalização do habitat o que se figura como benéfico para espécies de mamíferos de maior porte como é o caso do javali⁵⁵⁻⁵⁷.

1.6 Objetivos

Como referido anteriormente, o javali é uma espécie com ampla distribuição no território nacional e que apresenta um elevado impacto (positivo ou negativo) no ecossistema onde habita, e um impacto negativo em algumas atividades socioeconómicas que potenciam conflitos com o Homem. É assim vital perceber como esta espécie usa o espaço e os diferentes habitats tendo em vista a definição de medidas de mitigação eficazes. Este trabalho tem como objetivo preencher esta lacuna e descrever eventuais diferenças na ocupação e utilização do espaço por parte dos javalis em diferentes escalas espaciais tendo em conta diferentes cenários paisagísticos, ecológicos e de gestão, no norte e centro de Portugal. Para isso foram definidas quatro hipóteses que, de acordo com bibliografia, podem influenciar os padrões de ocupação da espécie: i) H1: perturbação antropogénica; ii) H2: recursos básicos; iii) H3: composição do habitat a uma microescala e iv) H4: composição do habitat a uma escala de paisagem. Desta forma, será possível entender os padrões de distribuição dos javalis em função da composição vegetal e assim aplicar as medidas de gestão e mitigação corretas em áreas cirúrgicas com o objetivo de diminuir os impactos causados pelos javalis e também para que o controlo populacional destes seja realizado de forma eficaz.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado em sete áreas de estudo diferentes integrantes do projeto “Plano Estratégico e de Ação do Javali em Portugal”, financiado pelo Fundo Florestal Permanente/ICNF (Tabela 1). Estas áreas foram escolhidas pois incluem uma variedade de realidades paisagísticas e ecológicas de Portugal.

Tabela 1- Descrição e caracterização das áreas de estudo tendo em conta o modelo de gestão, possíveis perturbações e outras espécies de ungulados presentes.

Zona de amostragem	Área (ha)	Descrição das áreas de estudo	Modelo de gestão e perturbações	Outras espécies de ungulados presentes	Período de amostragem
ZCA Castreja	2470	Integrada no Parque Nacional da Peneda-Gerês constituída por florestas autóctones e matos compostos por vegetação dos géneros <i>Genista</i> , <i>Erica</i> e <i>Cystisus</i> .	Por estar inserida no Parque Nacional, a atividade cinegética é muito controlada. Realizam-se esperas e montarias. Área com algumas explorações agrícolas, tais como castanheiros.	Vaca, garrano, cabra-montês e corço.	17/02/2021 - 04/05/2021
ZCN Lombada	21185	Pinhais extensos e matos densos.	Área sob a gestão do ICNF. Realizam-se montarias e controlos de densidade.	Corço e veado.	23/01/2021 - 12/04/2021
ZCM Porca de Murça	6404	Pinhais extensos e explorações agrícolas compostas por castanheiros e oliveiras.	Zona de Caça Nacional.	Corço, cabra e ovelha.	25/02/2021 - 07/05/2021
ZCA Castelo Melhor	3350	Amendoais e olivais rodeados por densas áreas de matos constituídos maioritariamente por plantas dos géneros <i>Nepetoideae</i> e <i>Genista</i> .	Área onde se realizam montarias e esperas. Muitas explorações agrícolas compostas por amendoeiras, oliveiras e videiras. Existem também explorações agropecuárias.	Corço, cabra e ovelha.	24/01/2021 - 07/04/2021
ZCM Aveiro	3502	Eucaliptais e matos compostos por <i>Erica sp.</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> e <i>Ulex sp.</i>	Área onde se realizam esperas. Muito urbanizada.	---	27/03/2021 - 06/05/2021
ZCT Herdade da Cubeira	1812	Montado composto por azinheiras (<i>Quercus ilex</i>) e sobreiros (<i>Quercus sober</i>) e matos dominados pela espécie <i>Cystus ladanifer</i> .	Muitos pontos de água e de alimentação para potenciar os resultados cinegéticos. Grande pressão cinegética.	Veado e cabra.	10/03/2021 - 11/05/2021
ZCM Penela	9350	Eucaliptais e matos compostos por <i>Erica sp.</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Ulex sp</i> e <i>Baccharis trimerá</i> .	Área onde se realizam esperas, montarias e correções de densidade.	Corço e veado.	14/03/2021 - 09/05/2021

2.1 Desenho experimental

A técnica utilizada neste estudo foi a armadilhagem fotográfica. Esta técnica é amplamente utilizada para o estudo da ecologia de várias espécies sobretudo de ungulados⁵⁸⁻⁶⁰. A fotoarmadilhagem é utilizada não só em estudos de ocupação mas também para estudos de densidade, abundância e atividade de populações animais^{58,60-62}. A armadilhagem fotográfica é uma técnica de amostragem que tem como vantagem a possibilidade de ser utilizada nos mais diversos habitats, com custos moderados e possível de ser usada para várias espécies em simultâneo⁶³. Constituem desvantagens, a facilidade com que os dispositivos são furtados, levando ao prejuízo económico associado, e à perda dos registos para a área em questão⁶³.

No âmbito deste trabalho, foram colocadas 180 câmaras no total (modelo Browning Strike Force Pro X), sendo que em cada área de estudo foram instaladas 25 câmaras de armadilhagem fotográfica. Exceção feita à ZCN da Lombada onde foram colocadas 30 câmaras (Figura 3) com o objetivo de determinar a probabilidade de ocupação do javali. Contudo, devido à ocorrência de furtos (n = 8), foram utilizados apenas registos de 172 câmaras na análise. A amostragem foi realizada entre janeiro e maio de 2021. Este período abrange o intervalo temporal de dispersão dos juvenis nascidos em 2020 e a época de reprodução de 2021³.

A distribuição das câmaras foi realizada de forma aleatória. Contudo, foi tido em conta que a área utilizada anualmente pelo javali em ambientes mediterrânicos é de $551,33 \pm 260$ ha não havendo grandes variações ao longo do ano⁶⁴. Assim, tendo em conta a área disponível e a área utilizada pelos javalis, os pontos distam sempre pelo menos 500 metros entre si para que a probabilidade do mesmo indivíduo ser detetado em duas câmaras diferentes seja mínima⁶¹. As câmaras foram dispostas de forma que toda a área esteja representada nos resultados. Sempre que possível as câmaras foram colocadas em árvores evitando a utilização de estacas para evitar furtos e acidentes uma vez que quando colocadas em estacas, as câmaras, não só ficam mais visíveis como mais instáveis (Figura 3). Os locais escolhidos tinham boa visibilidade e a vegetação em frente da câmara foi cortada para evitar falsos disparos. As câmaras foram montadas 30-40 cm acima do solo aumentando a detetabilidade do javali. As câmaras estiveram ativas durante 24 horas por dia num período mínimo de 30 dias. Não foram utilizados atrativos para que a distribuição da espécie não fosse alterada. Quando possível, os dispositivos foram orientados para norte para reduzir o número de fotos ofuscadas pela luz solar. As câmaras foram configuradas de forma a tirarem três fotografias consecutivas com um período de recuperação de um segundo. Estas definições foram escolhidas com o objetivo dos registos poderem ser utilizados para o objetivo do projeto e aumentar a

detetabilidade dos animais e usufruir da máxima capacidade de armazenamento do cartão SD. Anteriormente à colocação das câmaras foram verificados todos os cartões SD e as pilhas utilizadas.

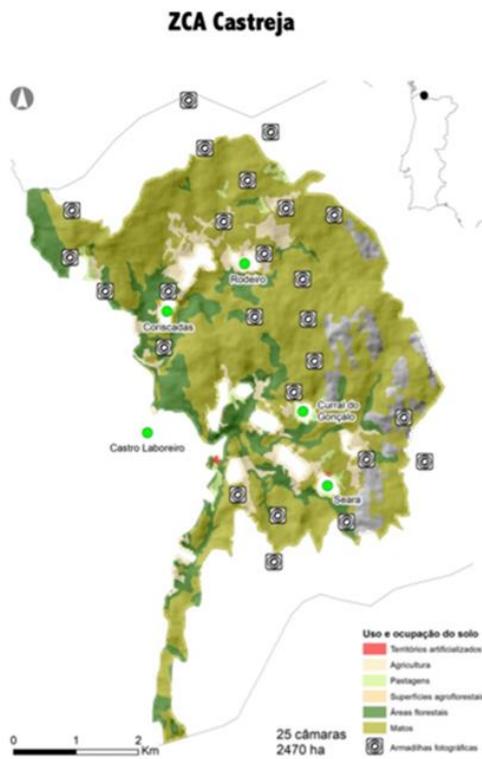


Figura 2- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCA Castreja.

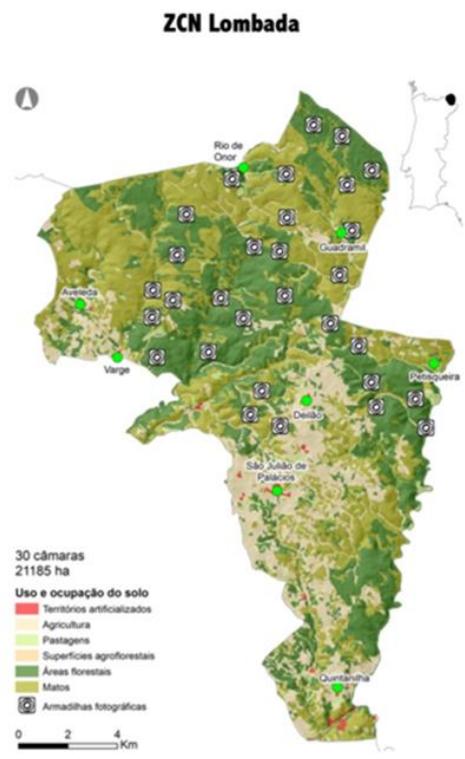


Figura 3- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCN Lombada.



Figura 4- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCA Castelo Melhor.



Figura 5- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Porca de Murça.



Figura 6- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCT Herdade da Cubeira.

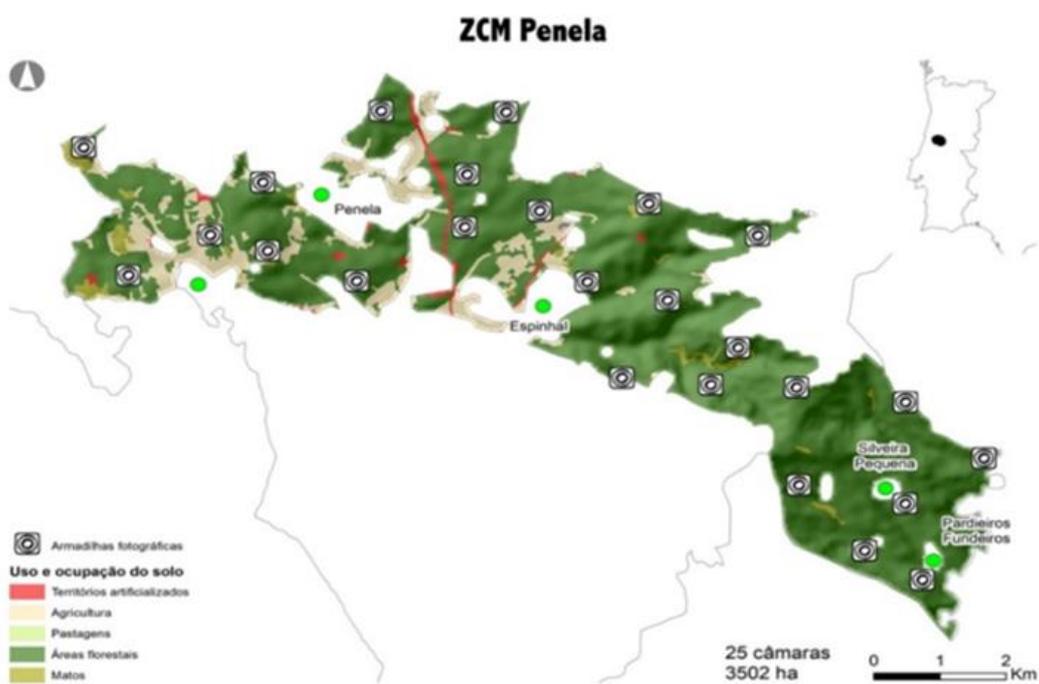


Figura 7- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Penela.

ZCM Aveiro

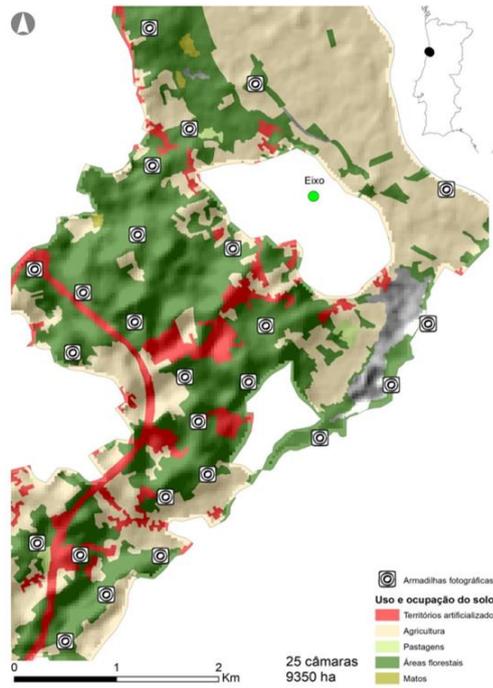


Figura 8- Distribuição das câmaras de armadilhagem fotográfica na ZCM Aveiro.



Figura 9- Câmara colocada em estaca (esquerda) e em árvore (direita).

2.2 Variáveis ambientais

Dado que os animais respondem a diferentes escalas espaciais foram discriminadas variáveis a diferentes escalas⁶⁵.

No terreno foram recolhidos dados ambientais a uma pequena escala. Foi definido um *buffer* de 100 metros para cada dispositivo e foram recolhidos os dados no interior desta área. As variáveis recolhidas foram: habitat dominante, percentagem de cobertura de vegetação arbórea, percentagem de cobertura de vegetação arbustiva, percentagem de cobertura de vegetação herbácea, percentagem de solo nu, percentagem de cobertura de vegetação de espécies exóticas (arbóreas e arbustivas) e altura média da vegetação arbustiva (Tabela 2). O raio do *buffer* de 100 metros foi definido para que os observadores conseguissem estimar visualmente a vegetação existente. Estes dados foram recolhidos sempre pelos mesmos observadores para reduzir o erro humano. Foram também adicionadas variáveis coletadas remotamente através do software QGIS versão 3.16.1. Assim, foi também estimada a distância à área artificializada, a terrenos agrícolas e ao ponto de água mais próximos, bem como a distância aos vários tipos de floresta presentes em Portugal.

Foram então definidas 21 variáveis que estão agrupadas pelas quatro hipóteses em estudo: i) H1: perturbação antropogénica; ii) H2: recursos básicos; iii) H3: composição do habitat a uma microescala e iv) H4: composição do habitat a uma escala de paisagem. As variáveis são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Variáveis utilizadas na análise estatística para as várias hipóteses: descrição, nomenclatura, valores, fonte e justificação.

Descrição	Nomenclatura	Valores: média [mínimo-máximo]	Influência	Fonte	Justificação
H1: Perturbação antropogénica					
Acesso ao ponto de amostragem	Acesso_humano	Categorias: 1 (Baixo); 2 (Médio); 3 (Alto)	-	Observação	As perturbações antrópicas são um fator determinante nos padrões de comportamento e atividade dos animais ⁶⁶ . Assim, foi considerada que a facilidade de acesso ao ponto é um fator que demonstra a maior frequência de perturbação. De igual forma, é expectável que a proximidade a áreas artificializadas aumenta a frequência e intensidade das perturbações.
Distância (m) da câmara à área artificializada mais próxima	Dist_artificial	1378,9 [31-5515]	+	Carta de ocupação e uso do solo de Portugal continental (COS 2018)	
H2: Recursos básicos					
Distância (m) da câmara à área de agricultura mais próxima	Dist_agricultura	375,16 [0-2774]	-	Carta de ocupação e uso do solo de Portugal continental (COS 2018)	A facilidade de acesso a alimento e água é um fator básico para a sobrevivência dos indivíduos ⁶ . As terras cultivo são possíveis fontes de alimento disponíveis durante todo o ano. Assim, foi medida a distância de cada câmara à área agrícola e ao ponto de água (curso de água, lago, barragem) mais próximos.
Distância (m) da câmara ao ponto de água mais próximo	Dist_agua	4438 [27-15702]	-		
H3: Composição do habitat a uma microescala					
Habitat dominante em cada local de amostragem	Habitat	Nominal: macha de Exótica; Conífera; Matos; Agrícola; Galeria ripícola; Montado; Bosques		Observação	Aqui foram determinadas as variáveis de caracterização do habitat como: o habitat dominante (onde existem 9 tipos de acordo com as áreas de estudo) e as percentagens de cobertura do solo por árvores; arbustos;

Percentagem de cobertura do solo por parte de plantas exóticas num <i>buffer</i> de 100m	Cobertura_exotica	20,88 [0-99]	-	<p>herbáceas ou solo nu num <i>buffer</i> de 100m ao local da câmara. É esperado que a ocupação do javali seja beneficiada pela percentagem de cobertura arbórea, percentagem de cobertura arbustiva e pela altura média da vegetação arbustiva^{59,67}. Em relação às percentagens de cobertura de espécies exóticas e de solo nu, espera-se que prejudiquem a ocupação por parte dos javalis⁶⁸. Apesar de a comunidade científica não estar totalmente ... em relação à ação da percentagem de cobertura herbácea na probabilidade de ocupação dos javalis^{59,67}, neste estudo prevê-se que a percentagem de cobertura herbácea beneficie a ocupação, dado que os estudos que apontam para o efeito prejudicial da cobertura herbácea são realizados durante o Verão e o nosso estudo é realizado entre o final do Inverno e o início da Primavera⁶⁷.</p>
Percentagem de cobertura do solo por parte de plantas arbóreas num <i>buffer</i> de 100m	Cobertura_arborea	62,24 [0-100]	+	
Percentagem de cobertura do solo por parte de plantas arbustivas num <i>buffer</i> de 100m	Cobertura_arbustiva	68,92 [5-100]	+	
Percentagem de cobertura do solo em solo nu num <i>buffer</i> de 100m	Cobertura_nu	2,74 [0-45]	-	
Percentagem de cobertura do solo por parte de plantas herbáceas num <i>buffer</i> de 100m	Cobertura_herbacea	56,74 [0-100]	+	

Altura média da vegetação arbustiva (cm) num <i>buffer</i> de 100m	Altura_vegetação_arbustiva	115,7 [20-350]	+		
H4: Composição do habitat a uma escala de paisagem					
Distância (m) da câmara à área de azinheiras mais próxima	Dist_Azinheira	17517 [0-54272]	-	Carta de ocupação e uso do solo de Portugal continental (COS 2018)	Para esta hipótese foram determinadas as distâncias mais curtas entre cada local de amostragem e os vários tipos de uso e ocupação do solo. Aqui é esperada uma relação negativa entre a distâncias a florestas autóctones (azinheira, carvalhos, castanheiros, outras folhosas, resinosas e sobreiro) e a ocupação dos javalis ⁵⁹ . O mesmo acontece para as distâncias de pastagens e matos ^{59,67} . O contrário é esperado para a relação entre as distâncias a florestas de eucaliptos e outras invasoras. Aqui espera-se que a ocupação aumente com a distância a este tipo de floresta ⁶⁸ .
Distância (m) da câmara à área de carvalhos mais próxima	Dist_Carvalhos	4515,4 [0-24284]	-		
Distância (m) da câmara à área de castanheiros mais próxima	Dist_Castanheiros	9801 [0-29839]	-		
Distância (m) da câmara à área de eucaliptos mais próxima	Dist_Eucalipto	7145,3 [0-36789]	+		
Distância (m) da câmara à área de outras folhosas mais próxima	Dist_Folhosas	1688,2 [0-9485]	-		
Distância (m) da câmara à área	Dist_Invasoras	11922 [237-3265]	+		

de invasoras mais próxima					
Distância (m) da câmara à área de matos mais próxima	Dist_Matos	413,14 [0-3337]	-		
Distância (m) da câmara à área de pastagens mais próxima	Dist_Pastagens	1234,1 [0-4283]	-		
Distância (m) da câmara à área de outras resinosas mais próxima	Dist_Resinosas	971,6 [0-3783]	-		
Distância (m) da câmara à área de sobreiro mais próxima	Dist_Sobreiro	16405 [31-47227]	-		

2.3 Análise de dados

Todos os registos foram analisados e etiquetados consoante as espécies detetadas (Figura 4) através do software Digikam 7.2.0 (www.digikam.org). A análise estatística dos dados recolhidos foi realizada utilizando o R Statistical Software (R Development Core Team, 2020). Para assegurar a independência dos eventos foram analisados apenas eventos que distam entre si um intervalo de tempo com mais de 30 minutos. Esta divisão dos registos foi obtida utilizando o pacote “camtrapR” do R⁶⁰. Todas os eventos foram agrupados em ocasiões de 5 dias começando na meia-noite do primeiro dia de monitorização. Para cada uma destas ocasiões, foi registado se existem javalis detetados (1) ou não detetados (0). Quando a câmara não estava funcional ou inativa foi atribuído o valor “NA” à célula correspondente na matriz.



Figura 10- Registos noturnos (esquerda) e diurnos (direita) de javali recolhidos durante o período de amostragem.

Através da função “occu” do pacote do R denominado “unmarked” foram construídos os modelos de ocupação^{60,69}. A ocupação do javali foi estimada através do cálculo da probabilidade máxima de deteção. O modelo de ocupação utiliza informação recolhida em ocasiões (5 dias equivalem a uma ocasião) nos vários pontos de amostragem a fim de calcular uma estimativa de probabilidade de ocupação. Esta estimativa tem em conta pressupostos estatísticos que corrigem falsos negativos através da probabilidade de deteção.

Para a análise dos modelos de ocupação foram agrupadas covariáveis ambientais em quatro hipóteses anteriormente definidas: i) H1: perturbação antropogénica; ii) H2: recursos básicos; iii) H3: composição do habitat a uma microescala e iv) H4: composição do habitat a uma escala de paisagem. As variáveis são apresentadas na Tabela 2. Para cada hipótese, a colinearidade de todas as covariáveis foi testada utilizando a função “corvif” do pacote do R “AED” que tem como finalidade calcular o fator de inflação de variância (VIF)⁶⁰. As variáveis são consideradas colineares se o $VIF > 3$, se esta condição se verificar as variáveis com maior valor

de VIF são eliminadas^{60,70}. As variáveis são testadas para este fator até que nenhuma delas apresente $VIF > 3$ ^{60,70}.

Primeiramente, foram identificadas quais as variáveis que influenciaram a detecção. Assim foram construídos vários modelos em que a probabilidade de detecção variou em função de seis fatores: cobertura arbórea, cobertura arbustiva, cobertura herbácea, altura média da vegetação arbustiva, distância de visibilidade da câmara e a presença ou ausência de trilho. Estas foram testadas tanto individualmente como em conjunto, mantendo a ocupação constante. Para dar origem a modelos que integrassem todas as combinações das variáveis que podiam afetar a detetabilidade recorreu-se à função “dredge” do pacote do R “MuMIn”^{60,71}. Os modelos originados foram então classificados de acordo com o seu Akaike Information Criterion (AIC)^{60,72}. O modelo com o menor valor de AIC foi considerado o mais adequado para explicar as variações na detetabilidade. Os modelos foram organizados de acordo com o seu ΔAIC , sendo que os modelos com $\Delta AIC > 2$ foram excluídos. Foi então construído um modelo médio tendo como base os modelos selecionados anteriormente.

Posteriormente, foram construídos os modelos de ocupação para todas as hipóteses. Na secção da ocupação, as covariáveis foram agrupadas de acordo com a hipótese correspondente. Foi construído um modelo contendo todas as combinações de variáveis para cada hipótese. Todos os modelos com $\Delta AIC < 2$ foram considerados os modelos mais adequados e parcimoniosos para cada hipótese. Estes modelos estimam a ocupação e identificam as condições ambientais que determinam a ocupação de uma área pelos javalis. Quando mais do que um modelo se mostra adequado para a mesma hipótese, é utilizado o procedimento do modelo médio que cria interferências entre os coeficientes das variáveis e estima a probabilidade de ocupação do local. As covariáveis com influência nas probabilidades de detecção e ocupação foram consideradas como sólidas quando o valor do intervalo de confiança de 95% das estimativas médias β não incluem o valor zero⁶⁰. O modelo com menor valor de AIC para todas as hipóteses foi considerado modelo que melhor explica a ocupação dos javalis.

3. Resultados

Das 180 câmaras colocadas, foram analisados os registos de 172 devido ao furto de 8 dispositivos. No total, as câmaras operaram durante 9219 dias o que corresponde a uma média de 51 dias por atividade de cada aparelho. Ao todo foram registados 596 eventos de javalis em todas as áreas sendo que a área com mais registos foi a ZCT Herdade da Cubeira (n=152) e a área com menos registos a ZCM Aveiro (n=33) (Tabela 3).

Tabela 3- Número de registos de javali em cada área de estudo.

Zona de caça	Nº de ocasiões de javali
ZCT Herdade da Cubeira	152
ZCM Penela	118
ZCN Lombada	89
ZCA Castreja	84
ZCA Castelo Melhor	63
ZCM Porca de Murça	57
ZCM Aveiro	33

De seguida, foi analisada a covariância das variáveis representadas nas diferentes hipóteses. Como a variável “habitat” da hipótese “H2: composição do habitat a uma microescala” mostrou um elevado grau de covariância ($VIF > 3$) com as restantes variáveis da hipótese, esta foi descartada não entrando na construção dos modelos. O mesmo aconteceu com as variáveis “Dist_Carvalhos”, “Dist_Folhosas”, “Dist_Invasoras” e “Dist_Sobreiro” da hipótese “H4: composição do habitat a uma escala de paisagem” em que se verificou um $VIF > 3$, estas foram, portanto, descartadas.

Nas tabelas seguintes são apresentados os modelos que respeitam a condição $\Delta AICc < 2$ para cada hipótese. Os modelos para a detetabilidade e para as hipóteses: i) H1: perturbação antropogénica; ii) H2: recursos básicos; iii) H3: composição do habitat a uma microescala e iv) H4: composição do habitat a uma escala de paisagem, estão organizados de acordo com o seu valor de $AICc$. Visto que nenhuma das variáveis testadas mostrou influenciar a detetabilidade (Tabela 10), foi atribuído um valor constante à probabilidade de deteção (P) na construção dos modelos de ocupação.

Tabela 4- Modelos de detetabilidade do javali ordenados pelo valor de AICc. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detetabilidade pela letra P. Apenas os modelos que respeitam a condição $\Delta AICc < 2$ são apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; $\Delta AICc$ - diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; $\Delta AICc$ Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos). A negrito está sinalizado o modelo mais parcimonioso.

Detetabilidade					
Modelo	Df	AICc	$\Delta AICc$	Akakike	$\Delta AICc$ Total
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+Cobertura_arbustiva+Altura_vegetação_arbustiva+distancia_de_visibilidade)	6	935.06	0.00	0.049	16.8
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+Cobertura_arbustiva +distancia_de_visibilidade)	5	935.20	0.14	0.063	16.9
$\Psi(.), P$ (distancia_de_visibilidade)	3	935.21	0.15	0.063	16.9
$\Psi(.), P$ (Shrub_height + distancia_de_visibilidade)	4	935.36	0.30	0.058	17.1
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+Cobertura_arbustiva+Cobertura_herbacea+ distancia_de_visibilidade)	6	935.37	0.31	0.058	17.1
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arbustiva)	4	935.66	0.60	0.050	17.4
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+ Altura_vegetação_arbustiva+distancia_de_visibilidade)	5	935.80	0.73	0.047	17.5
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+Cobertura_arbustiva+Cobertura_herbacea+Altura_vegetação_arbustiva+ distancia_de_visibilidade)	7	935.90	0.84	0.044	17.7
$\Psi(.), P$ (Cobertura_herbacea+distancia_de_visibilidade)	4	936.21	1.15	0.038	17.9
$\Psi(.), P$ (Cobertura_herbacea)	3	936.22	1.16	0.038	17.9
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arbustiva+Altura_vegetação_arbustiva+distancia_de_visibilidade)	5	936.24	1.17	0.038	17.9
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arborea+distancia_de_visibilidade)	4	936.31	1.24	0.036	18.1
$\Psi(.), P$ (Cobertura_arbustiva+Cobertura_herbacea+ distancia_de_visibilidade)	5	936.34	1.27	0.036	18.1
$\Psi(.), P$ (Cobertura_herbacea+Cobertura_arbustiva+distancia_de_visibilidade)	5	936.77	1.70	0.029	18.5

Tabela 5- Modelo nulo para a ocupação do javali. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detetabilidade pela letra P. apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; Δ AICc- diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; Δ AICc Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos).

Modelo nulo					
Modelo	Df	AICc	Δ AICc	Akakike	Δ AICc Total
Ψ (.), P(.)	2	935.92			17.7

Tabela 6- Modelos de ocupação do javali para a H1: Perturbação antropogénica ordenados pelo valor de AICc. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detetabilidade pela letra P. Apenas os modelos que respeitam a condição Δ AICc<2 são apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; Δ AICc- diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; Δ AICc Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos).

H1: Perturbação antropogénica					
Modelo	Df	AICc	Δ AICc	Akakike	Δ AICc Total
Ψ (Acesso_humano), P(.)	4	931.07	0.00	0.670	12.8
Ψ (Acesso_humano + Dist_artificial), P(.)	5	933.06	1.99	0.248	14.8

Tabela 7- Modelos de ocupação do javali para a H2: Recursos básicos ordenados pelo valor de AICc. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detetabilidade pela letra P. Apenas os modelos que respeitam a condição Δ AICc<2 são apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; Δ AICc- diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; Δ AICc Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos).

H2: Recursos básicos					
Modelo	Df	AICc	Δ AICc	Akakike	Δ AICc Total
Ψ (Dist_agricultura), P(.)	3	935.08	0.00	0.430	16.8
Ψ (Dist_agricultura + Dist_agua), P(.)	4	937.06	1.98	0.160	18.8

Tabela 8- Modelos de ocupação do javali para a H3: Composição do habitat a uma microescala ordenados pelo valor de AICc. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detectabilidade pela letra P. Apenas os modelos que respeitam a condição $\Delta AICc < 2$ são apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; $\Delta AICc$ - diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; $\Delta AICc$ Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos). A negrito está sinalizado o modelo mais parcimonioso.

H3: Composição do habitat a uma microescala					
Modelo	Df	AICc	$\Delta AICc$	Akakike	$\Delta AICc$ Total
Ψ(Cobertura_herbacea + Altura_vegetação_arbustiva), P(.)	4	918.25	0.00	0.221	0.00
Ψ (Cobertura_herbacea + Cobertura_exotica + Altura_vegetação_arbustiva), P(.)	5	919.78	1.52	0.103	1.52
Ψ (Cobertura_arbustiva + Cobertura_herbacea + Altura_vegetação_arbustiva), P(.)	5	919.81	1.56	0.101	1.56
Ψ (Cobertura_arborea + Cobertura_herbacea + Altura_vegetação_arbustiva), P(.)	5	920.24	1.99	0.082	1.99
Ψ (Cobertura_herbacea + Cobertura_nu + Altura_vegetação_arbustiva), P(.)	5	920.25	1.99	0.081	1.99

Tabela 9- Modelos de ocupação do javali para a H4: Composição do habitat a uma escala de paisagem ordenados pelo valor de AICc. A ocupação é representada pelo símbolo Ψ e a detetabilidade pela letra P. Apenas os modelos que respeitam a condição $\Delta AICc < 2$ são apresentados (AICc- Akaike Information Criterion; $\Delta AICc$ - diferença entre o AICc do modelo e o AICc mais baixo para cada hipótese; Akaike- Probabilidade do modelo ser o melhor modelo entre os modelos construídos; $\Delta AICc$ Total- diferença entre o menor valor de AICc e os modelos).

H4: Composição do habitat a uma escala de paisagem					
Modelo	Df	AICc	$\Delta AICc$	Akakike	$\Delta AICc$ Total
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	5	919.43	0.00	0.087	1.17
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	5	919.63	0.21	0.079	1.38
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	6	919.75	0.33	0.074	1.50
$\Psi(\text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Matos} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	5	919.89	0.47	0.069	1.64
$\Psi(\text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	4	919.97	0.55	0.066	1.72
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	4	920.08	0.66	0.063	1.83
$\Psi(\text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Matos} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	6	920.52	1.09	0.050	2.27
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Matos} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	7	921.13	1.70	0.037	2.87
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Castanheiros} + \text{Dist_Matos} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	6	921.25	1.82	0.035	2.99
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Matos} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	6	921.35	1.92	0.033	3.09
$\Psi(\text{Dist_Azinheira} + \text{Dist_Eucalipto} + \text{Dist_Pastagens} + \text{Dist_Resinosas}), P(.)$	6	921.369	1.943	0.033	3.11

No total, foram selecionados 20 modelos com o $\Delta AICc < 2$. O modelo que melhor explica a ocupação do javali foi o modelo para a hipótese 3 “composição do habitat a uma microescala”. Assim, a ocupação desta espécie é explicada pela percentagem de cobertura de vegetação exótica, pela percentagem de vegetação arbórea, pela percentagem de cobertura de vegetação arbustiva, pela percentagem de cobertura de vegetação herbácea, pela percentagem de cobertura de solo nu e pela altura média da vegetação arbustiva.

Tabela 10- Coeficientes médios (Coef) das variáveis incluídas nos melhores modelos para a detetabilidade (a cinzento estão assinaladas as variáveis cujo intervalo de confiança (IC 95%) não inclui o 0). (SE- Erro Padrão; Valor de z- score; Pr ($>|z|$)- valor de p).

Detetabilidade						
Variáveis	Coef	SE	Valor de z	Pr ($> z $)	IC 95%	
Interseção	-0.904	0.122	7.438	<0.001	-1.142	-0.666
Distância de visibilidade	0.179	0.119	1.499	0.134	-0.007	0.412
Cobertura_arbustiva	0.096	0.131	0.733	0.463	-0.056	0.438
Altura_vegetação_arbustiva	0.060	0.101	0.592	0.554	-0.066	0.366
Cobertura_arborea	0.195	0.129	1.506	0.132	-0.059	0.448
Cobertura_herbacea	0.125	0.112	1.120	0.263	-0.094	0.345

Através da análise da Tabela 10, é possível constatar que todas as variáveis apresentaram um valor de Pr ($>|z|$) > 0.05 e os IC 95% incluem o valor zero. Sendo assim, considerou-se que a detetabilidade dos javalis pelas câmaras é independente da distância de visibilidade, da cobertura arbustiva, da altura da vegetação arbustiva, da cobertura arbórea e da cobertura herbácea (Tabela 10).

Tabela 11- Variáveis testadas nos modelos que melhor explicam a ocupação do javali (linhas sombreadas correspondem a variáveis cujo intervalo de confiança (IC 95%) não inclui o 0). (SE- Erro Padrão; Valor de z- score; Pr ($>|z|$)- valor de p).

Ocupação						
Variáveis	Coef	SE	Valor de z	Pr ($> z $)	IC 95%	
Interseção	-0.835	0.102	8.187	<0.001	-1.035	-0.635
Altura_vegetação_arbustiva	0.963	0.324	2.974	0.003	0.329	1.599
Cobertura_herbacea	0.536	0.217	2.475	0.013	0.112	0.961
Cobertura_exotica	-0.138	0.199	0.692	0.489	-0.530	0.253
Cobertura_arbustiva	0.144	0.216	0.665	0.506	-0.280	0.568
Cobertura_arborea	0.023	0.219	0.106	0.915	-0.405	0.452
Cobertura_nu	0.002	0.192	0.012	0.990	-0.374	0.379

Através da análise do modelo médio originado a partir dos modelos de ocupação da hipótese de “composição do habitat a uma microescala”, pode-se verificar que a altura média

da vegetação arbustiva tem um efeito positivo na ocupação dos javalis ($\beta = 0.963 \pm 0.324$, IC 95% = 0.329, 1.599, p-value = 0.003) (Tabela 11). A ocupação é também beneficiada pela cobertura de vegetação herbácea ($\beta = 0.536 \pm 0.217$, IC 95% = 0.112, 0.961, p-value = 0.013) (Tabela 11). As restantes variáveis apresentam valores de Pr ($>|z|$) superiores a 0.05 e o seu IC 95% inclui o valor zero, pelo que não são estatisticamente significativos no que respeita à ocupação de um território pelos javalis (Tabela 11).

4. Discussão

O estudo da dinâmica de ocupação do javali é muito relevante para a tomada de decisões relativas à gestão desta espécie e dos territórios que esta habita. Esta gestão deve ser realizada de modo a minimizar os impactos negativos que estes animais provocam nas atividades humanas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi detetar tendências de ocupação do javali, através de armadilhagem fotográfica, tendo em conta variáveis bióticas e abióticas em sete áreas de estudo distintas distribuídas pelo norte e centro Portugal continental.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o javali ocupa uma ampla variedade de habitats^{3,59,73,74}. Porém, verificou-se uma tendência de ocupação em áreas com uma maior quantidade de cobertura herbácea. O facto de a quantidade de cobertura herbácea beneficiar a ocupação do javali contradiz os resultados obtidos por Caruso (2018) que, num estudo levado a cabo na Argentina, concluiu que este tipo de vegetação teria um efeito negativo na ocupação⁶⁷. Esta diferença nos resultados pode dever-se às condições climáticas, uma vez que o estudo de Caruso foi realizado durante o verão, onde as temperaturas ultrapassam os 30°C e a disponibilidade de água é mínima. Já este estudo foi realizado entre o fim do inverno e o princípio da primavera, num clima mediterrânico em que a água não é um fator limitante^{67,75}. Por outro lado, a alimentação dos javalis é maioritariamente composta por espécies vegetais herbáceas, por isso a ocupação das áreas com maior cobertura herbácea pode dever-se então à utilização destas para alimentação^{11,76}. Os javalis podem preferir estas áreas pois acedem a recursos que não encontram em áreas com outro tipo de cobertura⁷⁶. A falta de significância estatística da variável distância ao ponto de água mais próximo pode ser explicada pelo clima, dado que, como já foi referido, a água não é um fator limitante nesta altura do ano. Adicionalmente, verificou-se também uma tendência de ocupação superior em áreas com vegetação arbustiva mais desenvolvida.

Habitualmente, os javalis preferem áreas com vegetação mais densa para a reprodução e criação da prole, uma vez que a maior altura da vegetação lhes confere uma maior proteção^{67,77}. Este fator ainda é mais perceptível em áreas com maior quantidade de predadores⁷⁸. Neste caso, as ZCA Castreja e na ZCN Lombada fazem parte da área da distribuição daquele que é o principal predador de javali no nosso país, o lobo ibérico (*Canis lupus signatus*)^{24,78}. Por isso, pensa-se que nestes locais esta variável possa assumir uma maior importância. Por outro lado, a grande pressão cinegética exercida nas áreas de amostragem, fazem com que os javalis procurem áreas com vegetação mais alta que lhes forneça cobertura. Assim, poderão movimentar-se entre as zonas de repouso e as zonas de alimentação sem que sejam detetados, diminuindo a

probabilidade de predação^{59,77}. Além desta pressão, como o período de amostragem abrange a época de reprodução, estas áreas são utilizadas não só para a reprodução mas também para a proteção das crias^{59,77}. A falta de significância estatística da cobertura arbustiva pode ser elucidada pelo método utilizado pois foi necessário marcar no terreno determinadas distâncias à câmara, pelo que foi indispensável colocar as câmaras em áreas mais abertas.

Esperava-se também que o aumento da distância aos tipos de floresta compostas por espécies de vegetação autóctone (azinheira, carvalhos, castanheiros, folhosas, resinosas e sobreiro) prejudicasse a ocupação dos javalis. Contudo, este efeito não se verifica visto que estas variáveis não são estatisticamente significativas. Esta falta de significância pode dever-se à abundância e variedade de espécies de herbáceas disponíveis nas áreas com maior cobertura herbácea na altura do ano em que a amostragem foi feita^{76,80,81}. Aliado a isto, as árvores que compõem a floresta autóctone fornecem alimento aos javalis predominantemente durante o outono⁸². Posto que o trabalho é referente ao inverno e primavera, o alimento fornecido pela floresta autóctone seria diminuto. Considerando as espécies resinosas, esperava-se um efeito negativo da distância na ocupação devido às propriedades anti-parasitárias deste tipo de árvore⁸³. Porém, ao contrário do que era expectável esta variável também não se mostrou estatisticamente significativa. Isto pode dever-se à quantidade de banhos de lama existentes nesta altura do ano que têm o mesmo efeito anti-parasitário⁸³. Tal como a distância aos vários tipos de floresta autóctone, a distância a áreas cultivadas também não se mostrou relevante na probabilidade de ocupação dos javalis. Isto pode ser resultado da falta de necessidade dos javalis se deslocarem a este tipo de terreno, dado que dispõem de uma grande disponibilidade de alimento em áreas onde o contacto com os humanos é mais improvável.

Os resultados revelaram que apenas duas das variáveis utilizadas nos modelos de ocupação dos javalis mostraram significância estatística. As restantes variáveis usadas na construção dos modelos comprovaram não influenciar a probabilidade de ocupação dos javalis. Desta forma é demonstrada a aptidão do javali em ocupar e habitar uma grande variedade de habitats. O javali é, conseqüentemente, uma espécie generalista. Esta grande capacidade de adaptação a diferentes condições confere ao javali a oportunidade de ocupar e se reproduzir em qualquer que seja o habitat disponível desde planícies a terrenos montanhosos⁷⁴. O javali possui potencial para ocupar terrenos mais artificializados e, por isso, com maior presença humana⁸⁴. Este é um fator que dificulta a gestão desta espécie. Como o javali habita uma grande variedade de habitats, torna-se difícil definir os locais onde as ações de gestão devem ser realizadas. Considera-se então que as zonas onde se concentram mais animais, e portanto, mais adequados para realizar os procedimentos de controlo de densidade, serão os locais onde a

vegetação é mais alta e é rodeada por áreas onde a vegetação dominante é a herbácea. Contudo, com vista a diminuir os impactos dos javalis nas atividades humanas pode ser mais eficaz praticar as medidas de mitigação mais próximas das zonas onde estes impactos se fazem sentir. Intervir em zonas agrícolas, e em áreas urbanas é imprescindível para a diminuição dos conflitos Homem-javali⁸⁵. As medidas a serem tomadas em ambientes urbanos, além das que foram referidas anteriormente, passam por diminuir os recursos que os animais encontram neste tipo de meios, como por exemplo, reduzir a quantidade de lixo disponível para os animais⁸⁵. Outra medida, que vai de encontro aos resultados obtidos, é a criação de clareiras em volta da zona a proteger⁸⁵. Estas áreas abertas vão desencorajar os javalis em avançar para os centros urbanos ou para os terrenos agrícolas devido à falta de proteção que as clareiras vão conferir.

Concluindo, embora o javali seja uma espécie bem estudada, existe ainda pouca informação relativamente à utilização e seleção do habitat por parte desta espécie. Assim, este trabalho vem preencher esta lacuna fornecendo informação relevante acerca da seleção do habitat em diferentes contextos paisagísticos no norte e centro de Portugal continental. Assim, este trabalho é pertinente para o aprofundamento do conhecimento da ecologia do javali e pode desempenhar um papel importante aquando da tomada de decisões para a gestão desta espécie.

5. Conclusão

O método de armadilhagem fotográfica permite obter um grande volume de dados de forma precisa. Este procedimento permite o estudo de um grande número de espécies com o mínimo de perturbação, dado que se trata de um método não invasivo. Outra vantagem desta técnica é que permite a recolha de dados durante as 24 horas do dia e durante um período de tempo alargado. Porém, a vantagem mais relevante deste método é a capacidade de recolher dados que podem ser utilizados nos mais variados estudos da ecologia das espécies (atividade, densidade, ocupação, coexistência). Contudo, este método também possui algumas limitações⁸⁶. O seu principal defeito reside no facto de os animais serem detetados apenas quando passam à frente do dispositivo⁸⁶. Adicionalmente, habitats como matos muito densos tornam-se difíceis de amostrar pois é necessária uma limpeza do local da colocação da câmara para que seja possível a deteção do animal e para que haja o mínimo de falsos registos possível. Por outro lado, já que a câmara é acionada quando os sensores detetam diferenças de temperatura (entre o ambiente e o animal), fatores como sombras ou as condições de luminosidade podem também acionar a câmara. Estes falsos registos traduzem-se em dificuldades na gestão do espaço alocado à memória e armazenamento das imagens. Neste trabalho em específico acresce o facto de, como foi necessário marcar no terreno determinadas distâncias à câmara, os aparelhos tiveram que ser colocados em áreas mais abertas.

Este estudo veio comprovar o carácter generalista do javali. Esta espécie possui uma grande capacidade de adaptação. Das variáveis ambientais testadas, apenas a altura média da vegetação arbustiva e a cobertura herbácea se mostraram relevantes para a probabilidade de ocupação dos javalis. Embora não tenha sido estatisticamente significativo, notou-se um efeito negativo da vegetação exótica na probabilidade da ocupação. Este trabalho é pertinente pois permite entender as dinâmicas de ocupação dos javalis e assim ajudar nas tomadas de decisão na gestão desta espécie que tantos impactos tem nas atividades humanas e na biodiversidade. Através deste estudo, é possível saber como são as dinâmicas das populações de javali no que diz respeito à ocupação de áreas com diferentes características bióticas e abióticas.

Como perspetivas futuras, seria interessante alargar o estudo a todo o país abrangendo todas as realidades dos ecossistemas de Portugal continental. Seria também relevante levar a cabo um estudo utilizando a técnica de telemetria, com a finalidade de obter uma ideia real de como e quando os javalis utilizam os vários tipos de vegetação. Uma vez que este estudo apenas incluiu as estações do inverno e primavera, poderá ser aliciante realizar um estudo idêntico durante as restantes estações. Esse estudo permitirá aferir acerca de como a dinâmica de

utilização e ocupação dos habitats por parte dos javalis varia consoante as condições climáticas e os recursos disponíveis e também com a própria dinâmica populacional da espécie. Outra variável a ter em conta em estudos futuros, é a presença/ausência de predadores. Assim, será possível aferir acerca do impacto da presença dos predadores na ocupação dos javalis.

Referências

1. Keuling, O. & Leus, K. *Sus scrofa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. *IUCN Red List Threat. Species* **8235**, e.T41775A44141833. (2019).
2. Massei, G. *et al.* Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Manag. Sci.* **71**, 492–500 (2015).
3. Tack, J. Wild Boar. A scientific review of population trends and implications for management. 2003 (2018).
4. Holland, E. P., Burrow, J. F., Dytham, C. & Aegerter, J. N. Modelling with uncertainty: Introducing a probabilistic framework to predict animal population dynamics. *Ecol. Modell.* **220**, 1203–1217 (2009).
5. Geisser, H. & Reyer, H. U. The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). *J. Zool.* **267**, 89–96 (2005).
6. Malmsten, A., Jansson, G., Lundeheim, N. & Dalin, A. M. The reproductive pattern and potential of free ranging female wild boars (*Sus scrofa*) in Sweden. *Acta Vet. Scand.* **59**, 1–7 (2017).
7. Oliveira, Ê. S. de. Análise da ocorrência do javali (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) em unidades de conservação e seus efeitos sobre a comunidade de mamíferos de médio e grande porte. (2018).
8. Bergqvist, G., Paulson, S. & Elmhagen, B. Effects of female body mass and climate on reproduction in northern wild boar. *Wildlife Biol.* **2018**, (2018).
9. Fernández-Llario, P. & Carranza, J. Reproductive performance of the wild boar in a mediterranean ecosystem under drought conditions. *Ethol. Ecol. Evol.* **12**, 335–343 (2000).
10. Fonseca, C., da Silva, A. A., Alves, J., Vingada, J. & Soares, A. M. V. M. Reproductive performance of wild boar females in Portugal. *Eur. J. Wildl. Res.* **57**, 363–371 (2011).
11. Ballari, S. A. & Barrios-García, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mamm. Rev.* **44**, 124–134 (2014).
12. Kamieniarz, R. *et al.* The Relationship between Hunting Methods and the. *Animals* **10**, 1–10 (2020).
13. McLoughlin, P. D., Boyce, M. S., Coulson, T. & Clutton-Brock, T. Lifetime reproductive success and density-dependent, multi-variable resource selection. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* **273**, 1449–1454 (2006).
14. Fonseca, C. *et al.* Reproduction in the wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) populations of Portugal. *Galemys Boletín Inf. la Soc. Española para la Conserv. y Estud. los mamíferos* **16**, 53–65 (2004).
15. ICNF. *RELATÓRIO ACTIVIDADE CINEGÉTICA 2018-2029*. (2019).
16. ICNF. *RELATÓRIO ACTIVIDADE CINEGÉTICA 2019-2020*. (2020).
17. ICNF. *RELATÓRIO ACTIVIDADE CINEGÉTICA 2020-2021*. (2021).
18. Quirós-Fernández, F., Marcos, J., Acevedo, P. & Gortázar, C. Hunters serving the ecosystem: the contribution of recreational hunting to wild boar population control. *Eur.*

- J. Wildl. Res.* **63**, 4–9 (2017).
19. Jordana Rivero, M. *et al.* Forage consumption and its effects on the performance of growing swine—discussed in relation to European wild boar (*Sus scrofa* L.) in semi-extensive systems: A review. *Animals* **9**, (2019).
 20. Genov, P. & Massei, G. The environmental impact of wild boar. *Galemys Boletín Inf. la Soc. Española para la Conserv. y Estud. los mamíferos* **16**, 135–145 (2004).
 21. Schmidt, M., Sommer, K., Kriebitzsch, W. U., Ellenberg, H. & von Oheimb, G. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). *Eur. J. For. Res.* **123**, 167–176 (2004).
 22. Pellerin, M., Picard, M., Saïd, S., Baubet, E. & Baltzinger, C. Complementary endozoochorous long-distance seed dispersal by three native herbivorous ungulates in Europe. *Basic Appl. Ecol.* **17**, 321–332 (2016).
 23. de Schaetzen, F., van Langevelde, F. & WallisDeVries, M. F. The influence of wild boar (*Sus scrofa*) on microhabitat quality for the endangered butterfly *Pyrgus malvae* in the Netherlands. *J. Insect Conserv.* **22**, 51–59 (2018).
 24. Figueiredo, A. M. *et al.* What does the Wolf eat? Assessing the diet of the endangered Iberian Wolf (*Canis lupus signatus*) in northeast Portugal. *PLoS One* **15**, 1–15 (2020).
 25. Barrios-García, M. N. & Ballari, S. A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: A review. *Biol. Invasions* **14**, 2283–2300 (2012).
 26. Fleischman, T. “A plague of wild boars”: A New History of Pigs and People in Late 20th Century Europe. *Antipode* **49**, 1015–1034 (2017).
 27. Lombardini, M., Meriggi, A. & Fozzi, A. Factors influencing wild boar damage to agricultural crops in Sardinia (Italy). *Curr. Zool.* **63**, 507–514 (2017).
 28. Primi, R., Pelorosso, R., Ripa, M. N. & Amici, A. A statistical GIS-based analysis of Wild boar (*Sus scrofa*) traffic collisions in a Mediterranean area. *Ital. J. Anim. Sci.* **8**, 649–651 (2009).
 29. Figueiredo, A. M., Valente, A. M., Fonseca, C., De Carvalho, L. M. & Torres, R. T. Endoparasite diversity of the main wild ungulates in Portugal. *Wildlife Biol.* **2020**, (2020).
 30. Torres, R. T. & Fonseca, C. Avaliação dos Estragos Causados pelo Javali (*Sus scrofa*) na Beira Litoral. *Silva Lusit.* **20**, 105–122 (2012).
 31. Linnell, J. D. C. *et al.* The challenges and opportunities of coexisting with wild ungulates in the human-dominated landscapes of Europe’s Anthropocene. *Biol. Conserv.* **244**, 108500 (2020).
 32. Herrero, J., García-Serrano, A., Couto, S., Ortuño, V. M. & García-González, R. Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *Eur. J. Wildl. Res.* **52**, 245–250 (2006).
 33. Valente, A. M., Acevedo, P., Figueiredo, A. M., Fonseca, C. & Torres, R. T. Overabundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences. *Mamm. Rev.* **50**, 353–366 (2020).
 34. Boadella, M., Vicente, J., Ruiz-Fons, F., de la Fuente, J. & Gortázar, C. Effects of culling Eurasian wild boar on the prevalence of *Mycobacterium bovis* and Aujeszky’s disease virus. *Prev. Vet. Med.* **107**, 214–221 (2012).

35. Gonçalves, D. *et al.* First Serological Evidence on Endemicity of HEV Infection in Wild Boar (*Sus scrofa*) Populations from Portugal. *Viol. Sin.* **33**, 197–200 (2018).
36. Santos, N. *et al.* Spatial analysis of wildlife tuberculosis based on a serologic survey using dried blood spots, Portugal. *Emerg. Infect. Dis.* **24**, 2169–2175 (2018).
37. Morelle, K. *et al.* Disease-Induced Mortality Outweighs Hunting in Causing Wild Boar Population Crash After African Swine Fever Outbreak. *Front. Vet. Sci.* **7**, 1–9 (2020).
38. Mateus, T. L. *et al.* First report of echinococcus orteppi in free-living wild boar (*Sus scrofa*) from Portugal. *Microorganisms* **9**, 1–8 (2021).
39. Carpio, A. J. *et al.* Effect of wild ungulate density on invertebrates in a Mediterranean ecosystem. *Anim. Biodivers. Conserv.* **37**, 115–125 (2014).
40. Jori, F. *et al.* *Understanding and combatting African Swine Fever. Understanding and combatting African Swine Fever* (2021). doi:10.3920/978-90-8686-910-7.
41. Keuling, O., Strauß, E. & Siebert, U. Regulating wild boar populations is ‘somebody else’s problem’! - Human dimension in wild boar management. *Sci. Total Environ.* **554–555**, 311–319 (2016).
42. Jori, F. *et al.* Application of the World Café method to discuss the efficiency of African swine fever control strategies in European wild boar (*Sus scrofa*) populations. *Prev. Vet. Med.* **185**, 105178 (2020).
43. Massei, G., Roy, S. & Bunting, R. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feralhogs. *Human-Wildlife Interact.* **5**, 79–99 (2011).
44. Quy, R. J. *et al.* Effects of a GnRH vaccine on the movement and activity of free-living wild boar (*Sus scrofa*). *Wildl. Res.* **41**, 185–193 (2014).
45. Matthiopoulos, J. *et al.* Establishing the link between habitat selection and animal population dynamics. *Ecol. Monogr.* **85**, 413–436 (2015).
46. Zanni, M., Brivio, F., Grignolio, S. & Apollonio, M. Estimation of spatial and temporal overlap in three ungulate species in a Mediterranean environment. *Mammal Res.* **66**, 149–162 (2021).
47. Oberosler, V., Groff, C., Iemma, A., Pedrini, P. & Rovero, F. The influence of human disturbance on occupancy and activity patterns of mammals in the Italian Alps from systematic camera trapping. *Mamm. Biol.* **87**, 50–61 (2017).
48. Morelle, K. & Lejeune, P. Seasonal variations of wild boar *Sus scrofa* distribution in agricultural landscapes: a species distribution modelling approach. *Eur. J. Wildl. Res.* **61**, 45–56 (2015).
49. Scillitani, L., Monaco, A. & Toso, S. Do intensive drive hunts affect wild boar (*Sus scrofa*) spatial behaviour in Italy? Some evidences and management implications. *Eur. J. Wildl. Res.* **56**, 307–318 (2010).
50. Virgós, E. Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes. *Can. J. Zool.* **80**, 430–435 (2002).
51. Fonseca, C. Winter habitat selection by wild boar *Sus scrofa* in southeastern Poland. *Eur. J. Wildl. Res.* **54**, 361–366 (2008).
52. Carvalho, F., Galantinho, A. & Mira, A. Factors affecting small and middle-sized carnivore occurrence and abundance in mediterranean agricultural landscapes: case studies in

- Southern Portugal. 1–29 (2010).
53. Camarinha, C. R. M. R. Padrões de atividade do Javali (*Sus scrofa*) em diferentes contextos paisagísticos mediterrânicos (Centro de Portugal). (2020).
 54. Puliero, Lara; Sais, Isabelle; Silva, V. Agroecology as a strategy against the depreciation of the rural environment: The case of AMAP -Chuchubio in Portugal. (2018).
 55. Gomes, D. J. C. Estado actual da comunidade de mesocarnívoros no montado da Serra de Grândola: distribuição e abundância relativa. *Fac. e Ciências da Univ. Lisboa* 75 (2015).
 56. Benayas, J. M. R. & Bullock, J. M. *Vegetation restoration and other actions to enhance wildlife in European agricultural landscapes. Rewilding European Landscapes* (2015). doi:10.1007/978-3-319-12039-3_7.
 57. Delibes-Mateos, M., Farfán, M. Á., Olivero, J., Márquez, A. L. & Vargas, J. M. Long-term changes in game species over a long period of transformation in the iberian mediterranean landscape. *Environ. Manage.* **43**, 1256–1268 (2009).
 58. Pérez-Irineo, G. & Santos-Moreno, A. Abundance, herd size, activity pattern and occupancy of ungulates in Southeastern Mexico. *Anim. Biol.* **66**, 97–109 (2016).
 59. Hegel, C., Santos, L., Pichorim, M. & Marini, M. Wild pig (*Sus scrofa* L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic forest. *Biota Neotrop.* **19**, (2019).
 60. Pereira, G. A. Spatio-temporal ecology of cervids in Eucalyptus plantations. (2021).
 61. Jiménez, J., Higuero, R., Charre-Medellin, J. F. & Acevedo, P. Spatial mark-resight models to estimate feral pig population density. *Hystrix, Ital. J. Mammal.* **28**, 208–213 (2017).
 62. Bowkett, A. E., Rovero, F. & Marshall, A. R. The use of camera-trap data to model habitat use by antelope species in the Udzungwa Mountain forests, Tanzania. *Afr. J. Ecol.* **46**, 479–487 (2008).
 63. Grignolio, S. *et al.* Guidance on estimation of abundance and density data of wild ruminant population: methods, challenges, possibilities. *EFSA Support. Publ.* **17**, (2020).
 64. Barasona, J. A. *et al.* Spatiotemporal interactions between wild boar and cattle: Implications for cross-species disease transmission. *Vet. Res.* **45**, 1–11 (2014).
 65. Torres, R. T., Santos, J., Linnell, J. D. C., Virgós, E. & Fonseca, C. Factors affecting roe deer occurrence in a Mediterranean landscape, Northeastern Portugal. *Mamm. Biol.* **76**, 491–497 (2011).
 66. Coppes, J., Burghardt, F., Hagen, R., Suchant, R. & Braunisch, V. Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (*Cervus elaphus*). *PLoS One* **12**, e0175134 (2017).
 67. Caruso, N. *et al.* Summer habitat use and activity patterns of wild boar *Sus scrofa* in rangelands of central Argentina. *PLoS One* **13**, 1–15 (2018).
 68. Cruz, J., Sarmiento, P. & White, P. C. L. Influence of exotic forest plantations on occupancy and co-occurrence patterns in a mediterranean carnivore guild. *J. Mammal.* **96**, 854–865 (2015).
 69. Fiske, I. J. & Chandler, R. B. Unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *J. Stat. Softw.* **43**, 1–23 (2011).
 70. Zuur, A., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. *Mixed-effects modeling*

for ecology with R.

71. Barton, K. & Barton, M. K. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. *Version 1*, 18 (2020).
72. Burnham, K. & Anderson, D. A practical information-theoretic approach. Model Selection and Multimodel Inference. *B2nd Ed. Springer, New York, 2*. Retrieved from http://sutlib2.sut.ac.th/sut_contents/H79182.pdf (2002).
73. West, B. C., Cooper, A. L. & Armstrong, J. B. *Managing wild pigs: A technical guide. Human Wildlife Interactions Monograph* vol. 1 (2009).
74. Mayer, John ; Brisbin, I. L. *Wild Pigs: BIOLOGY, DAMAGE, CONTROL TECHNIQUES AND MANAGEMENT. Wild Pigs* <https://www.osti.gov/biblio/975099> (2009) doi:10.1016/c2013-0-05924-5.
75. Lionello, P. *et al.* The Mediterranean climate: An overview of the main characteristics and issues. in *Mediterranean* (eds. Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P. & Boscolo, R. B. T.-D. in E. and E. S.) vol. 4 1–26 (Elsevier, 2006).
76. Froehly, J. L., Beane, N. R., Evans, D. E., Cagle, K. E. & Jachowski, D. S. Using multi-scale behavioral investigations to inform wild pig (*Sus scrofa*) population management. *PLoS One* **15**, 1–16 (2020).
77. Fernández-Llario, P. Environmental correlates of nest site selection by wild boar *Sus scrofa*. *Acta Theriol. (Warsz)*. **49**, 383–392 (2004).
78. Álvares, F., Pereira, E. & Petrucci-Fonseca, F. O lobo no Parque Internacional Gerès-Xurés. Situação populacional, aspectos ecológicos e perspectivas de conservação. *Galemys* **12**, 223–239 (2000).
79. Vavra, M., Parks, C. G. & Wisdom, M. J. Biodiversity, exotic plant species, and herbivory: The good, the bad, and the ungulate. *For. Ecol. Manage.* **246**, 66–72 (2007).
80. Orsi, U. G., Sicuro, B. & Durio, P. Where and when: the ecological parameters affecting wild boars choice while rooting in grassland in an alpine valley. ... *Mt. Ecol.* (1995).
81. Cushman, J. H., Tierney, T. A. & Hinds, J. M. Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. *Ecol. Appl.* **14**, 1746–1756 (2004).
82. Gómez-Casero, M. T., Galán, C. & Domínguez-Vilches, E. Flowering phenology of Mediterranean *Quercus* species in different locations (Córdoba, SW Iberian Peninsula). *Acta Bot. Malacit.* **32**, 127–146 (2007).
83. Campbell, T. A. & Long, D. B. Feral swine damage and damage management in forested ecosystems. *For. Ecol. Manage.* **257**, 2319–2326 (2009).
84. Cahill, S., Llimona, F., Cabañeros, L. & Calomardo, F. Características De La Habitación De Jabalíes (*Sus Scrofa*) a Las Áreas Urbanas En El Parque Natural De La Sierra De Collserola Y Comparación Con Otros Lugares. *Anim. Biodivers. Conserv.* **35**, 221–233 (2012).
85. Mentaberre, G. *et al.* Estudo e gestão do javali urbano em Barcelona. (2020).
86. Newey, S. *et al.* Limitations of recreational camera traps for wildlife management and conservation research: A practitioner’s perspective. *Ambio* **44**, 624–635 (2015).