

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Biologia Animal



**Resposta de carnívoros generalistas à abundância e padrão de
atividade dos pequenos mamíferos em ambientes
mediterrânicos**

Diogo Filipe Belchior Raposo

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação orientada por:
Prof. Dra. Margarida Santos-Reis
Prof. Dr. Luís Miguel Rosalino

2022

Este estudo foi realizado no âmbito do plano de atividades do(a):

a) Protocolo de investigação estabelecido desde 2007 entre a Companhia das Lezírias, S.A. (CL) e o Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais (cE3c), unidade de I&D da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).

b) Plataforma LTsER Montado (<http://www.ltsermontado.pt/>), dedicada à investigação sócio ecológica de longo prazo do sistema Montado.



Agradecimentos

E assim se passou um ano, parece que ainda ontem estava a começar esta caminhada. Quero agradecer a todos os que contribuíram para este resultado final:

À professora Margarida, por aceitar orientar-me e ajudar a melhorar este trabalho com todas as suas sugestões e correções.

Ao Miguel, por ter aceite ser meu co-orientador e por toda a disponibilidade que mostrou ao longo destes meses. Mesmo quando estava cheio de trabalho arranjou sempre tempo para responder às minhas dúvidas.

À Ana e ao João, por toda a ajuda que me deram neste trabalho, sem a vossa ajuda não teria sido possível. Todas as horas a torrar ao sol no campo, os cortes nas portadas... tudo isso compensou e resultou neste trabalho. E obrigado Ana por toda a disponibilidade que demonstraste para tirar as minhas dúvidas e passar-me todo o teu conhecimento.

À minha família, que me apoiou ao longo de todo este ano.

À Amanda e à Beatriz, por toda a ajuda e dicas que foram dando ao longo destes últimos meses.

Ao Tevez, que apesar de não perceber nada do assunto, mostrou-se sempre disponível para ajudar.

À Companhia das Lezírias e Faculdade de Ciências por permitirem que realizasse o meu trabalho nos seus terrenos e instalações.

Resumo

A distribuição dos animais na natureza é influenciada por fatores fisiológicos (e.g. relógio biológico), ambientais (e.g. condições climáticas, disponibilidade de abrigos e de recursos tróficos) e de perturbação antrópica. Assim, a ocorrência de mamíferos carnívoros numa determinada região depende das adaptações ecológicas que desenvolvem como resposta à dinâmica dos recursos disponíveis e preferenciais (e.g. presas). O presente estudo avaliou a resposta dos mesocarnívoros em ambientes mediterrânicos à variação de abundância e padrão de atividade dos pequenos mamíferos, suas presas, tendo por base a armadilhagem fotográfica. Os resultados apontam para a existência de uma sincronia durante o período noturno entre os padrões de atividade diária do texugo e da geneta e os dos murídeos (roedores). Detectamos variações sazonais e associadas à abundância das presas no grau de sobreposição dos padrões de atividade de predadores e presas. A sobreposição da atividade poderá ser uma resposta dos predadores, que, ao estarem ativos nos períodos em que as presas também o estão, conseguem otimizar o consumo de energia por unidade de tempo. Contudo, na relação texugo-murídeos, a sincronia poderá estar associada a causas indiretas, dado que os pequenos mamíferos perfazem uma proporção pequena do seu espectro alimentar. A ausência de sincronia nos padrões de atividade da raposa e do sacarrabos com as presas pode dever-se à sua estratégia alimentar generalista, preferindo consumir alimentos que requerem menos gastos energéticos na captura e manuseamento (e.g. frutos). As alterações nas horas de luminosidade, a reduzida precipitação e a redução da disponibilidade de recursos tróficos podem ter causado as variações dos padrões de atividade diária e diminuição da abundância dos murídeos na primavera. Este estudo permitiu aumentar o conhecimento sobre os mecanismos ecológicos que podem estar a regular as relações predador-presa em ambientes mediterrânicos, e sobre o efeito das variações sazonais de recursos tróficos nessas relações.

Palavras-chave: Mesocarnívoros; Pequenos mamíferos; Foto-armadilhagem; Sazonalidade; Ritmo circadiano.

Summary

Animals' distribution in nature is influenced by physiologic factors (e.g. biological clock), environmental factors (e.g. climate conditions, availability of shelters and trophic resources) and anthropogenic disturbance drivers. The local occurrence of mammal carnivores depends of the ecologic adaptations they develop as a response to the dynamics of their dominant preys. The current study evaluated the response of mesocarnivores inhabiting Mediterranean environments to the variation of daily activity patterns and abundance of one of their prey groups, the small mammals, using camera trapping. The results support the existence of synchrony during the night period between the daily activity patterns of the common genet and the European badger, with the murids' (rodents) activity. We detected a seasonal variation in the activity overlap patterns between predators and preys, which seemed to be related to preys' abundance changes. This overlapping can be a predator's response to optimize the energy consumption by being active when their preys are also active, thus reducing the costs of searching for preys. However, in the badger-murid relation, the detected synchrony may be related to indirect factors, since small mammals represent a small part of those predators' food spectrum. The lack of synchrony between red foxes and Egyptian mongooses' activity patterns and their prey's activity may be a result of their generalist feeding strategy, and therefore they might be consuming food resources that imply less energetic costs for capturing and handling (e.g. fruits). The variation on the hours of luminosity, the low rainfall and the reduction of trophic resources availability can induce changes on the murids' daily activity patterns and the reduction of its abundance in the spring. This study provided additional knowledge about the ecological mechanisms that can be regulating predator-prey relations in Mediterranean environments, and how that relationship can vary according to the trophic resources' seasonal variation.

Keywords: Mesocarnivores; Small mammals; Camera-trapping; Seasonality; Circadian rhythm.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Summary	iii
Lista de figuras.....	v
Lista de tabelas.....	v
1. Introdução	1
1.1. Papel funcional dos carnívoros	1
1.2. Pequenos mamíferos e a sua importância como recurso alimentar dos mesocarnívoros mediterrânicos	2
1.3. Padrões de atividade dos mesocarnívoros e efeito nas interações interespecíficas	2
1.4. Interações predador-presa em ambientes mediterrânicos.....	3
1.5. Objetivos e Hipóteses.....	4
2. Métodos.....	5
2.1. Área de estudo.....	5
2.2. Amostras de campo	6
2.2.1. Foto-armadilhagem	6
2.2.2. Transeptos para recolha de dejetos de mesocarnívoros.....	9
2.3. Análise laboratorial	9
2.4. Análise de dados	10
3. Resultados	11
3.1. Padrões globais.....	11
3.1.1. Padrões de abundância e ocupação do espaço.....	11
3.1.2. Padrões de atividade.....	12
3.1.3. Padrões de consumo de pequenos mamíferos	13
3.2. Variação temporal	14
3.2.1. Padrões de abundância e ocupação do espaço.....	14
3.2.2. Padrões de atividade.....	16
3.2.3. Padrões de consumo de pequenos mamíferos	19
4. Discussão.....	20
4.1. Padrões de abundância e atividade dos mamíferos	20
4.2. Variação sazonal dos padrões de abundância e atividade dos mamíferos.....	23
4.3. Limitações do estudo e perspectivas futuras	24
5. Conclusão.....	25
6. Referências bibliográficas	26

Lista de figuras

Figura 2.1- Localização da Charneca do Infantado em Portugal e tipos de uso do solo presentes (fonte dos usos do solo: Companhia das Lezírias, 2020)

Figura 2.2 - Instalação de câmara em árvore (A) e no interior de uma caixa Mostela (B).

Figura 2.3 - Localização dos locais de amostragem onde se instalaram as câmaras de foto-armadilhagem em árvores (a vermelho) e as caixas Mostela (a verde) (fonte dos usos do solo: Companhia das Lezírias, 2020).

Figura 2.4 - Visualização à lupa de um dente (A) e ao microscópio de um pêlo (B) de *Apodemus sylvaticus*.

Figura 3.1 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

Figura 3.2 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos entre setembro e outubro. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

Figura 3.3 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos entre março e maio. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

Lista de tabelas

Tabela 3.1 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros detetadas na Charneca do Infantado.

Tabela 3.2 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos detetadas na Charneca do Infantado.

Tabela 3.3 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos.

Tabela 3.4 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros detetadas na Charneca do Infantado na amostragem de outono.

Tabela 3.5 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos detetadas na Charneca do Infantado na amostragem de outono.

Tabela 3.6 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros presentes na Charneca do Infantado na amostragem de primavera.

Tabela 3.7 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos presentes na Charneca do Infantado na amostragem de primavera.

Tabela 3.8 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos durante a amostragem de outono.

Tabela 3.9 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos durante a amostragem de primavera.

1. Introdução

1.1. Papel funcional dos carnívoros

Os carnívoros de grande porte são extremamente importantes em termos ecológicos, afetando direta (e.g. predação; Hairston *et al.*, 1960) e indiretamente (e.g. “paisagem de medo”; Laundre *et al.*, 2001) as dinâmicas das comunidades naturais e a estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Ripple & Beschta, 2004; Ray *et al.*, 2005). Contudo, a maioria dos carnívoros apresenta pequeno ou médio porte, não ultrapassando os 15kg de peso (Roemer *et al.*, 2009). Estes carnívoros, denominados “mesocarnívoros”, têm uma riqueza específica regional bastante superior aos carnívoros de grande porte, apresentando também uma gama de comportamentos e estratégias ecológicas mais diversa. Assim, este grupo inclui espécies que representam quase todo o contínuo de organização social (de solitários a grandes grupos sociais), hábitos tróficos (de dietas generalistas a especialistas) e comportamentos espaciais (do uso de habitats naturais prístinos a habitats resultantes da ação antrópica) (Roemer *et al.*, 2009). Ainda assim, o papel dos mesocarnívoros nas comunidades naturais é muitas vezes desvalorizado, ou pouco reconhecido (Roemer *et al.*, 2009). Estes são espécies importantes no que se refere à regulação dos ecossistemas (Paine, 1969) podendo desempenhar diversos papéis funcionais essenciais, como: diminuição do impacto de espécies introduzidas (Ritchie *et al.*, 2012); dispersão de sementes (Rosalino *et al.*, 2010); controlo de surtos de doenças em animais silvestres (Roemer *et al.*, 2009); ou regulação das populações das suas presas (Roemer *et al.*, 2009). Assim, os mesocarnívoros são responsáveis pela regulação de parte da cadeia trófica através do efeito *top-down*, em que a regulação das populações das suas presas afeta indiretamente as outras comunidades (Norrdahl *et al.*, 2002; Hambäck *et al.*, 2004).

O facto dos mesocarnívoros poderem preda espécies domésticas ou com valor comercial para o homem, como a galinha (*Gallus gallus*) ou o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*), faz com que sejam, muitas vezes, perseguidos pelo ser humano (Treves & Karanth, 2003). Assim, a perseguição direta, e conseqüente morte, e a sobre-caça tornaram-se fatores de ameaça reais para muitas das suas populações. A desflorestação e alteração dos habitats naturais são também causas do declínio das suas populações em muitas regiões do mundo (Miller *et al.*, 2001; Ritchie & Johnson, 2009). No entanto, o papel funcional que estas espécies têm nos ecossistemas torna a sua conservação algo crucial para o seu bom funcionamento e para a manutenção das restantes comunidades naturais (Servin *et al.* 1991; Palomares & Delibes 1992; Mills *et al.* 1993; Rosalino *et al.* 2005a; Camps 2008; Monterroso *et al.*, 2013, 2014).

O tipo e eficácia do papel funcional que os mesocarnívoros desempenham nos diversos ecossistemas está intimamente ligado ao contexto ecológico onde se inserem, que condiciona as suas adaptações ecológicas. Assim, a forma como estes predadores se comportam e distribuem no tempo e espaço depende de uma diversidade de fatores como as condições climáticas, a presença de locais adequados ao refúgio e reprodução, a presença humana e de espécies competidoras e a disponibilidade de recursos tróficos, sendo que esta última tem um papel preponderante na forma como localmente os mesocarnívoros exploram a dimensão espacial e temporal do nicho (Kronfeld-Schor & Dayan, 2003; Rosalino *et al.*, 2005a; Parsons *et al.*, 2016; Suraci *et al.*, 2016).

1.2. Pequenos mamíferos e a sua importância como recurso alimentar dos mesocarnívoros mediterrânicos

A teoria da estratégia ótima da procura de alimento sugere que as espécies apresentam comportamentos no sentido de maximizar a absorção de energia por unidade de tempo (MacArthur & Pianka, 1966; Pyke *et al.*, 1977). Assim, apesar de muitas das espécies de mesocarnívoros serem troficamente generalistas, é frequente que se foquem em espécies de presa com maior valor energético por unidade de esforço de captura. No caso particular dos mesocarnívoros mediterrânicos, estas presas são os pequenos mamíferos e lagomorfos (Carvalho & Gomes, 2004; Malo *et al.*, 2004; Lozano *et al.*, 2006). O seu consumo, principalmente em épocas em que a quantidade de alimento disponível na natureza é menor, é uma importante fonte de energia, permitindo aos mesocarnívoros assegurar as suas funções vitais (Carvalho & Gomes, 2004; Malo *et al.*, 2004).

A importância dos pequenos mamíferos como um recurso alimentar para os mesocarnívoros está bem demonstrada. Por exemplo, para espécies como a doninha, especializada na captura de roedores (Delibes *et al.*, 1984; McDonald *et al.*, 2000; Rosalino *et al.*, 2005b; Rosalino & Santos-Reis, 2009; Bakaloudis *et al.*, 2015), ou a geneta, cuja principal presa é, frequentemente, *Apodemus sylvaticus* (Hamdine *et al.*, 1993; Jacques & Lodé, 1994; Rosalino & Santos-Reis, 2002), os pequenos mamíferos podem assumir um papel crucial na dinâmica das suas populações e na sobrevivência dos seus indivíduos. Com a exceção do sacarrabos, cujo comportamento é exclusivamente diurno, os mesocarnívoros portugueses apresentam hábitos maioritariamente noturnos (Kowalczyk *et al.* 2003; Camps 2008; Monterroso *et al.*, 2014; Curveira-Santos *et al.*, 2016; Villela *et al.*, 2020). Esta atividade preferencialmente noturna dos mesocarnívoros parece estar sincronizada com os padrões descritos para as suas presas. A atividade dos insetívoros é essencialmente controlada pelas necessidades metabólicas proporcionais à sua pequena massa corporal e elevadas proporções superfície-massa (Merritt & Vessey, 2000). Assim, estas espécies necessitam estar frequentemente em atividade para repor as perdas energéticas associadas a essas características morfológicas e, por isso, a maioria apresenta uma atividade polifásica em que o período de 24 horas está dividido em vários períodos de alimentação, descanso e sono (Merritt & Vessey, 2000). Desta forma, podem estar ativos durante o dia e a noite. No caso dos roedores, cuja abundância populacional varia ao longo do ano (Torre *et al.*, 2002; Rosário *et al.*, 2004), são espécies essencialmente noturnas (Roll *et al.*, 2016), embora alguns estudos demonstrem uma modificação da sua atividade com a alteração das horas de luz diária (i.e. com a alteração de estações do ano – Torre *et al.*, 2002). O rato de Cabrera parece ser uma exceção a este padrão geral, uma vez que pode também ter atividade diurna, com variações sazonais (Pita *et al.*, 2014). Esta espécie utiliza túneis sob a vegetação herbácea densa e com solos húmidos, deslocando-se maioritariamente ao longo destes túneis (Pita *et al.*, 2006). Assim, este tipo de movimentação permite a esta espécie ter uma atividade diurna sem aumentar os riscos de ser detetada pelos seus predadores terrestres e alados.

1.3. Padrões de atividade dos mesocarnívoros e efeito nas interações interespecíficas

A teoria de similaridade limitada de MacArthur & Levins (1967) propõe que espécies simpátricas (i.e. que ocorrem numa mesma área) e com requisitos similares, tendem a segregar em uma ou mais dimensões do nicho de modo a diminuir a competição e a permitir a sua coexistência. A

partição de nicho é uma estratégia muitas vezes adotada pelos mesocarnívoros, que alteram o seu comportamento de modo a evitar interações negativas, como é o caso da predação e competição entre as diferentes espécies (Linnell & Strand, 2000). Uma das estratégias já reconhecidas refere-se às diferentes formas como utilizam a dimensão temporal do nicho, permitindo que diferentes espécies explorem os mesmos recursos, minimizando as interações negativas devido ao desfaseamento temporal dos seus períodos de atividade (Lucherini *et al.*, 2009; Karanth *et al.*, 2017; Hearn *et al.*, 2018; Herrera *et al.*, 2018; Massara *et al.*, 2018; Mukherjee *et al.*, 2019). Para se avaliar o nicho temporal de uma dada população recorre-se ao estudo dos padrões de atividade diária, ou seja, à forma como as espécies utilizam as diferentes horas do dia para as suas atividades circadianas (Torre, 2004). A armadilhagem fotográfica é um método bastante utilizado para estimar os padrões de atividade, uma vez que permite recolher informação exata acerca da data e horas a que os indivíduos foram observados (Bischof *et al.*, 2014; Curveira-Santos *et al.*, 2016; Villela *et al.*, 2020). A intensidade da segregação depende do grau de sobreposição dos nichos tróficos, sendo mais intensa com o aumento da sobreposição (Schoener, 1974; Linnell & Strand, 2000; Donadio & Buskirk, 2006; Ritchie & Johnson, 2009). Por exemplo, espécies com hábitos tróficos mais generalistas demonstram frequentemente uma maior sobreposição temporal das suas atividades, consequência da sua capacidade de usar múltiplos recursos alimentares, reduzindo a competição pelos mesmos (Bu *et al.*, 2016). Contudo, a forma como o período de atividade das espécies se distribui ao longo do dia não é regulada apenas pela competição (ou mesmo predação), havendo outros fatores, internos (relógio biológico – Kronfeld-Schor & Dayan, 2003) e externos (e.g. disponibilidade de recursos e características ecológicas das suas presas – Halle, 2000; Arias-Del *et al.*, 2011) que provocam variações nos padrões de atividade. No caso dos mesocarnívoros, os fatores externos desempenham um papel crucial nos padrões de atividade diária. Espécies mais especialistas tendem a ajustar os seus padrões de atividade de modo a que estes se sobreponham mais com os das presas (Brown *et al.*, 2001; O’Connell *et al.*, 2006; Foster *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2013; Azevedo *et al.*, 2018), para otimizarem a predação. Em ambientes mediterrânicos, em que os recursos são limitados durante algumas épocas do ano, estas relações de interdependência tendem a ser mais intensas (Meserve *et al.*, 2003).

1.4. Interações predador-presa em ambientes mediterrânicos

As interações predador-presa variam ao longo do tempo, com alterações a decorrerem tanto espacial como temporalmente (Eriksen *et al.*, 2011), devido às dinâmicas da paisagem e das comunidades que as habitam. No que se refere às presas, estas procuram evitar locais com elevado risco de predação (Brown *et al.*, 1999) e estar ativas durante os períodos em que os seus predadores estão em atividade (Lima, 2002). Por oposição, em ambientes com pouco risco de predação, como é o caso da nossa área de estudo devido à ausência de predadores de topo (lobo e lince-ibérico; Gonçalves *et al.*, 2013), os predadores tentam sincronizar os padrões de uso do espaço e do tempo com as suas presas (Lima, 2002; Monterroso *et al.*, 2013), o que torna esta relação dinâmica. Nos ambientes mediterrânicos, em que os pequenos mamíferos são recursos importantes para a maioria dos mesocarnívoros (Verdade *et al.*, 2011), é expectável que os padrões de atividade diária de roedores e insetívoros sejam determinados não só pelas adaptações fisiológicas (e.g. relógio biológico) e pressões exercidas pelas características do habitat (e.g. refúgio e alimento), mas também pelos padrões de interação intra (competição) e interespecíficas (competição e predação) (Fenn & MacDonald, 1995; Kronfeld-Schor & Dayan, 2008). Os predadores, neste caso os mesocarnívoros, irão estar sujeitos às mesmas pressões, mas com a

limitação das suas presas só estarem ativas durante certos períodos do dia (Halle, 2000; Lima, 2002). Um fator importante que afeta a dinâmica desta relação é a estratégia trófica de cada predador, bem como a variação sazonal da disponibilidade de recursos alimentares na natureza. Como referido anteriormente, espécies de predadores especialistas tendem a ajustar os seus padrões de atividade diária com a atividade das presas nas quais focam a predação, procurando assim otimizar a sobreposição temporal e maximizar o sucesso de predação (Brown *et al.*, 2001; O'Connell *et al.*, 2006; Foster *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2013; Azevedo *et al.*, 2018). É também comum que a abundância destas espécies seja influenciada pela abundância das suas presas, uma vez que a abundância dos predadores pode diminuir com a redução das populações das suas presas (Moreno-Rueda & Pizarro, 2010; Villela *et al.*, 2020). Contrariamente, espécies mais generalistas, cuja estratégia lhes permite consumir vários alimentos disponíveis na natureza, apresentarão, no geral, menor sobreposição de atividade e de correlação da sua abundância com a das suas presas (Monterroso *et al.*, 2013; Villela *et al.*, 2020), uma vez que fenómenos como a perturbação antrópica (Gaynor *et al.*, 2018) ou a competição intra-comunidade (Monterroso *et al.*, 2014) poderão ter um papel mais preponderante. Em ambientes mediterrânicos, observa-se uma variação sazonal dos recursos disponíveis na natureza, fruto das marcantes alterações das condições climáticas entre as estações do ano (Padial *et al.*, 2002; Carvalho & Gomes, 2004). Esta diferença sazonal na quantidade (e qualidade) de alimento disponível na natureza pode explicar a alteração dos padrões de atividades de muitos mesocarnívoros entre épocas do ano, uma vez que estes predadores terão de ajustar a sua atividade para conseguirem satisfazer as suas necessidades energéticas em alturas em que a quantidade de alimento disponível na natureza é mais reduzida (Padial *et al.*, 2002; Carvalho & Gomes, 2004).

1.5. Objetivos e Hipóteses

O objetivo principal desta dissertação é perceber se os mesocarnívoros com estratégias tróficas generalistas respondem às variações de abundância e do padrão de atividade dos pequenos mamíferos, num ambiente tipicamente mediterrânico. Especificamente, com este trabalho pretende-se determinar se: i) ocorre variação sazonal na abundância e padrões de atividade diária dos mesocarnívoros da Charneca do Infantado ii) o padrão de atividade dos pequenos mamíferos da Charneca do Infantado varia em função da sua abundância e da estação do ano e iii) os mesocarnívoros sincronizam a sua atividade diária com a atividade dos pequenos mamíferos.

Tendo em conta estes objetivos, as nossas hipóteses de trabalho são: i) a abundância dos mesocarnívoros generalistas não varia com o incremento sazonal na abundância das presas, dadas as suas estratégias tróficas oportunísticas (Villela *et al.*, 2020); e as variações sazonais, típicas dos ambientes mediterrânicos, na quantidade e qualidade de alimento disponível, traduzem-se numa variação dos padrões de atividade diária dos mesocarnívoros, de forma a aumentarem a sobreposição com a atividade dos pequenos mamíferos durante a época com menos recursos alimentares na natureza (Villela *et al.*, 2020) ii) os padrões de atividade dos pequenos mamíferos variam com a respetiva abundância, que pode ser afetada pela variação do clima e disponibilidade de recursos tróficos (Torre *et al.*, 2002) e entre estações do ano, fruto da alteração das horas de luminosidade (Wolton, 1983; Lodewijckx, 1984) e iii) os mesocarnívoros respondem positivamente aos padrões de atividade dos pequenos mamíferos, isto é, há sincronia entre os seus padrões de atividade diária, considerando que estes são uma fonte de energia importante na dieta dos mesocarnívoros (Monterroso *et al.*, 2013).

2. Métodos

2.1. Área de estudo

O presente estudo decorreu numa propriedade da Companhia das Lezírias, mais especificamente na Charneca do Infantado, que está, em grande parte, incluída na Zona de Proteção Especial do Estuário do Tejo (Companhia das Lezírias, 2021).

A Companhia das Lezírias é considerada a maior exploração agro-pecuária e florestal do país, gerindo propriedades situadas na região centro-litoral de Portugal, na margem esquerda do Rio Tejo, que totalizam 17952 hectares. A maior delas, a Charneca do Infantado, tem cerca de 10000 hectares, sendo que 8680 estão cobertos por povoamentos florestais, como é o caso de montado de sobre *Quercus suber* (6750 ha), plantações de pinheiro-bravo *Pinus pinaster* (971 ha) e de pinheiro-manso *Pinus pinea* (508 ha), incluindo ainda algumas áreas destinadas a produção agrícola, por exemplo de milho *Zea mays* (Companhia das Lezírias, 2021) (Figura 2.1).

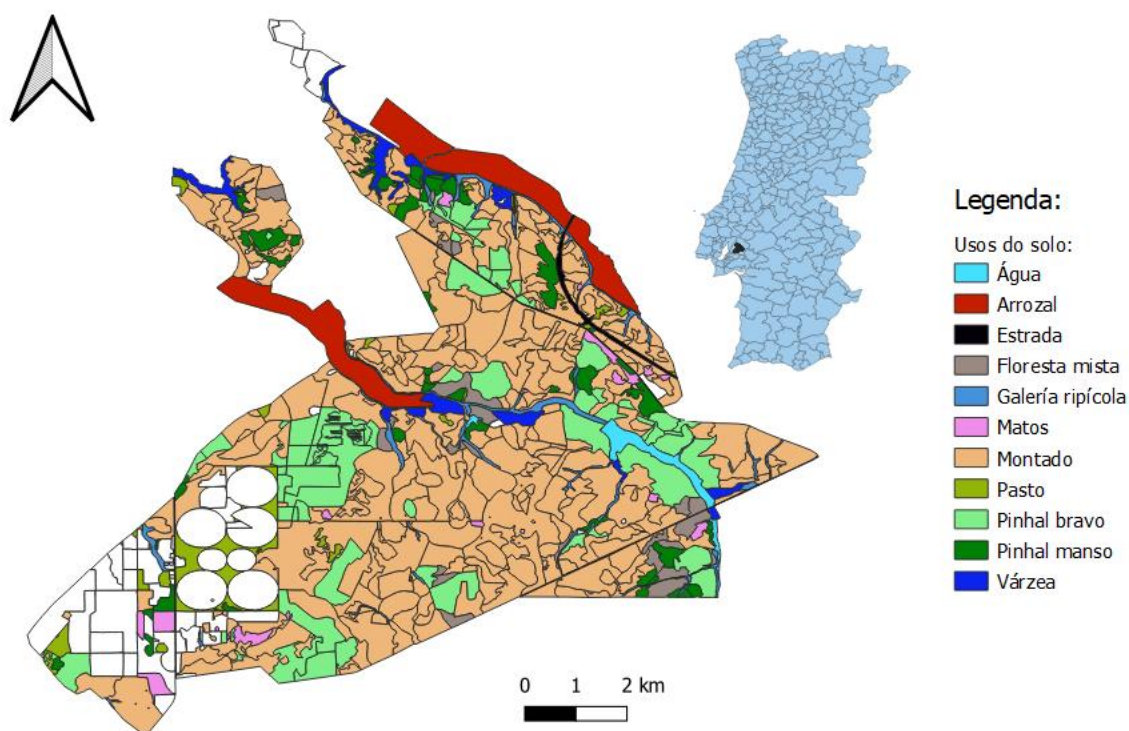


Figura 2.1 - Localização da Charneca do Infantado em Portugal e tipos de uso do solo presentes (fonte dos usos do solo: Companhia das Lezírias, 2020)

A Charneca está sujeita a um clima tipicamente mediterrânico, com verões quentes e secos e invernos amenos e geralmente com bastante precipitação. É atravessada pela Ribeira do Vale Cobrão, e integra também alguns charcos temporários e reservatórios artificiais (Companhia das Lezírias, 2021). Durante o período de estudo, registou-se uma variação sazonal típica do clima mediterrânico, com temperatura média de 17,5°C, e uma precipitação média de 0,02mm (Dados da estação meteorológica da Companhia das Lezírias).

A Charneca do Infantado integra, para além da produção agrícola e florestal (que inclui a extração de cortiça como atividade predominante), outras atividades económicas como a pecuária (gado bovino) e a cinegética (Companhia das Lezírias, 2021). A gestão da caça inclui a implementação

e manutenção de alimentadores de cereais para suporte de espécies de caça menor (e.g. perdiz, *Alectoris rufa*), mas que podem também ser utilizados por espécies silvestres, como por exemplo o texugo *Meles meles*, como fonte de alimento alternativo (Hipólito *et al.*, 2016). A Charneca alberga uma elevada diversidade de espécies de mamíferos (Gonçalves *et al.*, 2013), incluindo diversos mesocarnívoros, que foram selecionados como modelos neste estudo: a raposa (*Vulpes vulpes*), a doninha (*Mustela nivalis*), o toirão (*Mustela putorius*), a fuinha (*Martes foina*), o texugo (*Meles meles*), a geneta (*Genetta genetta*), o sacarrabos (*Herpestes ichneumon*) e, potencialmente, o gato-bravo (*Felis silvestris*). A área de estudo contém também variadas espécies de pequenos mamíferos que foram alvo deste estudo, nomeadamente: musaranho-de-dentes-brancos (*Crocidura russula*), musaranho-anão-de-dentes-brancos (*Suncus etruscus*), rato de Cabrera (*Microtus cabrerae*), rato-cego (*Microtus lusitanicus*), rato-do-campo (*Apodemus sylvaticus*), rato-das-hortas (*Mus spretus*) e ratazana (*Rattus norvegicus*) (Gonçalves *et al.*, 2013).

2.2. Amostragens de campo

Os dados usados neste estudo resultaram de duas amostragens de campo: outono (1 de setembro a 21 de outubro de 2021) e primavera (22 de março a 25 de maio de 2022).

2.2.1. Foto-armadilhagem

A principal estratégia de amostragem utilizada neste estudo foi a armadilhagem fotográfica, que é um método não-invasivo, utilizando duas abordagens distintas: câmaras colocadas em troncos de árvores (de ora em diante designadas por câmaras em árvore) e câmaras colocadas em caixas (câmaras Mostela). As câmaras em árvore (Figura 2.2a) são um instrumento muito utilizado em ecologia no estudo e monitorização das diferentes espécies de mamíferos de médio/grande porte (e.g. estimar abundância, ocorrência e distribuição; Bischof *et al.*, 2014; Curveira-Santos *et al.*, 2016, Villela *et al.*, 2020). A sua utilização permite obter a data e horas precisas em que os diferentes indivíduos estão ativos, possibilitando assim avaliar os padrões de atividade diários de cada espécie e também calcular o grau de sobreposição dos padrões entre espécies diferentes. Contudo, estas câmaras não conseguem, frequentemente, detetar espécies que se movimentam muito rapidamente ou de tamanhos reduzidos, como é o caso da doninha e dos roedores (Mos & Hofmeester, 2020). As caixas Mostela são um método recente, criado para mitigar esta limitação no estudo de pequenos mustelídeos como a doninha (Mos & Hofmeester, 2020), mas que permite também o estudo e monitorização de outras espécies de pequenos mamíferos (e.g. roedores) (Mos & Hofmeester, 2020). Este instrumento consiste em uma caixa de madeira com um tubo de plástico com aberturas de 8-10cm em ambos os lados, que permitem a entrada e saída dos diferentes indivíduos (Mos & Hofmeester, 2020). Na extremidade oposta da caixa está instalada uma pequena câmara fotográfica, com uma lente para focar a imagem, que capta os indivíduos que atravessam o tubo (Figura 2.2b) (Mos & Hofmeester, 2020). Assim, as câmaras Mostela permitiram recolher o mesmo tipo de informação que as câmaras colocadas em árvores, mas para as espécies de menor tamanho e que se movimentam mais rapidamente (e.g. pequenos mamíferos).



Figura 2.2 - Instalação de câmara em árvore (A) e no interior de uma caixa Mostela (B).

Em cada época de amostragem foram instaladas 30 câmaras em árvores, dispostas regularmente em grelha e distanciadas entre si 1km (Figura 2.3), com o intuito de promover a independência espacial dos eventos de deteção das espécies (Monterroso *et al.*, 2014). A localização da grelha na área de estudo foi definida tendo por base dados de indícios de presença e avistamentos de mesocarnívoros resultantes de estudos anteriores (Simões, 2009; Gonçalves *et al.*, 2013; Hipólito *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2021). As câmaras utilizadas para esta amostragem foram da marca “Cuddelink Long Range IR (Model J-1521)”, e programadas para tirar três fotografias a cada ativação, com um *delay* de 2 segundos entre ativações para maximizar a captura de imagens. Utilizámos painéis solares como fonte de energia para as câmaras, de modo minimizar o esforço logístico associado ao desgaste das baterias tradicionais (pilhas). As câmaras foram colocadas nos troncos das árvores a cerca de 30cm de altura (Curveira-Santos *et al.*, 2017; Vilella *et al.*, 2020) e, sempre que possível, direcionadas para Norte, de modo a evitar a incidência direta da luz solar e, assim, impedir que as mesmas fossem ativadas pela luz solar ou que dificultassem a identificação do animal detetado nas imagens capturadas. Nenhum isco foi utilizado para minorar o possível efeito de atração ou repulsa de algumas espécies, o que poderia afetar, positiva ou negativamente, a sua probabilidade de deteção (Vilella *et al.*, 2020). A distribuição espacial da grelha garantiu a amostragem dos principais habitats presentes na área de estudo: montado com mato, montado sem mato, pinhal e galeria ripícola (Figura 2.3).

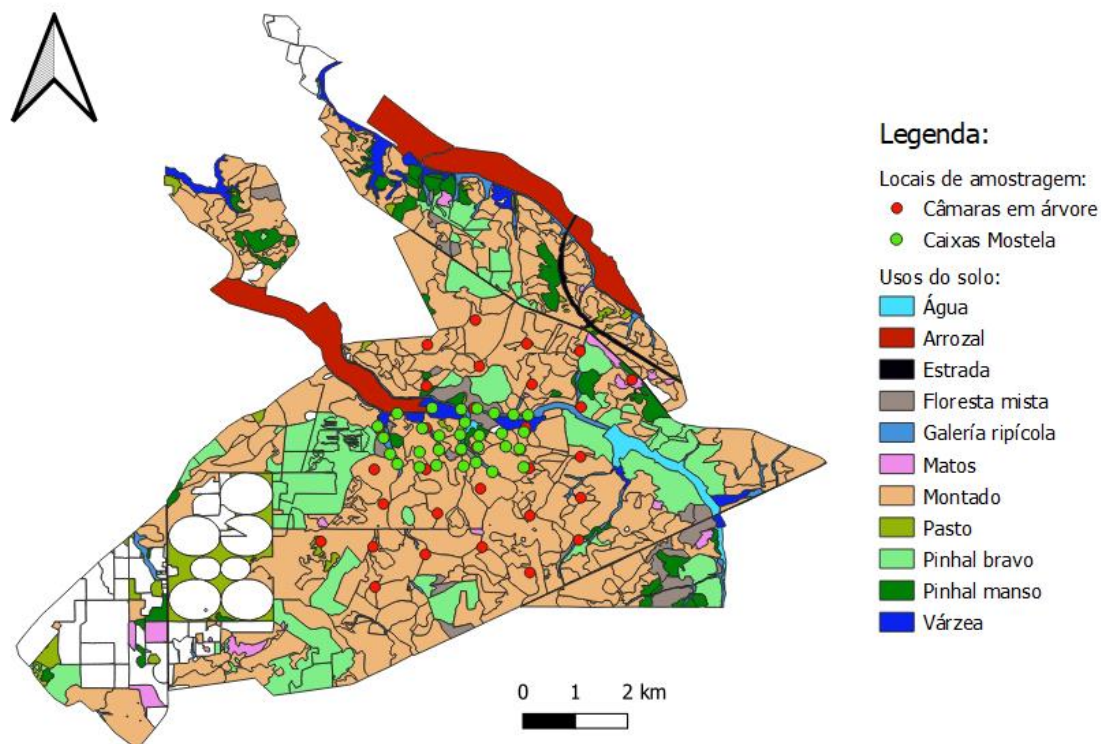


Figura 2.3 - Localização dos locais de amostragem onde se instalaram as câmaras de foto-armadilhagem em árvores (a vermelho) e as caixas Mostela (a verde) (fonte dos usos do solo: Companhia das Lezírias, 2020).

Adicionalmente, foram instaladas 30 caixas Mostela (Mos & Hofmeester, 2020), dispostas em grelha numa área retangular, incluída na área abrangida pelas câmaras colocadas em árvores e que, de igual modo, abrange os diferentes tipos de uso do solo mencionados anteriormente (Figuras 2.3). Dado que as áreas vitais dos pequenos mamíferos são tendencialmente menores do que as dos mesocarnívoros (Davis *et al.*, 1948; Attuquayefio *et al.*, 1986; Zuberogoitia *et al.*, 2002; Rosalino *et al.*, 2004; Santos-Reis *et al.*, 2005; Lourenço *et al.*, 2010; Pita *et al.*, 2010; McDevitt *et al.*, 2014; Main *et al.*, 2020), as caixas Mostela foram distanciadas entre si apenas cerca de 350m. Este valor foi determinado de forma a promover a independência espacial de cada caixa, uma vez que as áreas vitais dos pequenos mamíferos tendem a apresentar valores inferiores ao indicado (Davis *et al.*, 1948; Attuquayefio *et al.*, 1986; Lourenço *et al.*, 2010; Pita *et al.*, 2010; McDevitt *et al.*, 2014). As câmaras utilizadas nesta metodologia foram da marca “Browning dark ops hd pro x”, e programadas para tirarem três fotografias a cada ativação, com um *delay* de 5 segundos entre ativações. Este valor de *delay* permitiu captar imagens dos indivíduos que passaram pelo tubo da caixa Mostela sem, contudo, obter um excesso de imagens do mesmo indivíduo, o que poderia preencher rapidamente os cartões de memória das câmaras.

Em ambos os tipos de câmara, os cartões de memória foram trocados regularmente a cada 15 dias e a informação gravada em computador e posteriormente analisada para identificação das espécies e registo da hora e data das respetivas capturas fotográficas. Realizou-se também o registo do tipo de uso do solo dos locais onde as câmaras em árvores e as caixas Mostela foram instaladas.

2.2.2. Transeptos para recolha de dejetos de mesocarnívoros

Com o intuito de avaliar se, durante o período de estudo, os pequenos mamíferos constituíram uma fração relevante da dieta dos mesocarnívoros, foram ainda realizados vários transeptos, de cerca de 1km, em caminhos existentes dentro da maior grelha de amostragem, para a recolha de dejetos dos mesocarnívoros. A localização dos transeptos foi definida aleatoriamente e abrangendo os diferentes tipos de usos do solo. Os dejetos encontrados foram recolhidos em frascos de plástico e conservados no congelador até à sua análise em laboratório para identificação dos recursos alimentares consumidos. A identificação provável dos dejetos foi realizada no terreno com base em critérios morfológicos (forma e coloração) e na sua localização no terreno (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999, Alves & Basto, 2012, Rosalino & Loureiro, 2012, Blanco-Garrido & Rivas, 2014, Moral *et al.*, 2014). A raposa deposita geralmente os seus dejetos em cima da vegetação ou em pedras, utilizando-os recorrentemente para marcação de território. Os seus dejetos são alongados, com forma cilíndrica e com extremidades afiladas (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999). Os dejetos de doninha são geralmente de cor mais escura e menor tamanho, sendo depositados sobre pedras ou vegetação e tendo uma forma alongada, mas muito enrolada e com a extremidade afilada (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999). A fuinha pode depositar os seus dejetos tanto em locais com vegetação e pedras, como em pequenas latrinas ou ramos de árvores. Estes são alongados e retorcidos, de pequeno tamanho e com uma extremidade curvada (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999; Alves & Basto, 2012). Os texugos fazem regularmente os seus dejetos em latrinas escavadas no solo e descobertas, facilitando a identificação dos seus dejetos, que são escuros, grossos, com forma cilíndrica e divididos em pequenos fragmentos (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999; Rosalino & Loureiro, 2012). A geneta deposita os seus dejetos em locais altos e geralmente em latrinas. Os seus dejetos são compridos, compactos e tubulares com uma extremidade mais pontiaguda. Têm uma cor escura e são uniformes, podendo ter estrangulamentos que dividem o dejetos em fragmentos menores (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999; Blanco-Garrido & Rivas, 2014). Já os dejetos de sacarrabos podem ser depositados em latrinas ao nível do solo ou isoladamente e servem regularmente para marcação de território. Estes são geralmente grandes, alongados, grossos, escuros e não enrolados, tendo também um aspeto compacto e homogéneo (Santos-Reis & Petrucci-Fonseca, 1999; Moral *et al.*, 2014).

Os dejetos recolhidos na amostragem de primavera foram analisados geneticamente no âmbito de um outro estudo a decorrer na mesma área, o que permitiu efetuar a sua identificação molecular à espécie e, conseqüentemente, o cálculo da taxa de sucesso na identificação. Assim, foi possível confirmar que cerca de 6 em cada 10 dejetos foram corretamente identificados utilizando critérios morfológicos (A.L. Barros, com. pess.).

2.3. Análise laboratorial

Uma vez no laboratório, os dejetos recolhidos foram colocados em recipientes com água para amolecerem e facilitar a separação dos diferentes resíduos alimentares não digeridos, após passagem para uma peneira com 0.5mm de malha e submetidos a um jato de água (Jenkins *et al.*, 1979). O conteúdo da peneira foi vertido para um tabuleiro e os dentes e pêlos de mamíferos foram recolhidos e colocados numa caixa de Petri, para posterior identificação.

Os dentes foram analisados à lupa (Figura 2.4a) e as espécies identificadas com recurso à chave de identificação de Santero & Alvarez (1985). Quanto aos pêlos, após secagem em estufa, foram também utilizados para identificar as espécies de mamíferos predadas. A identificação foi efetuada a partir de cortes transversais de amostras de pêlo (Figura 2.4b) observadas ao microscópio, utilizando os critérios propostos por Teerink (1991).

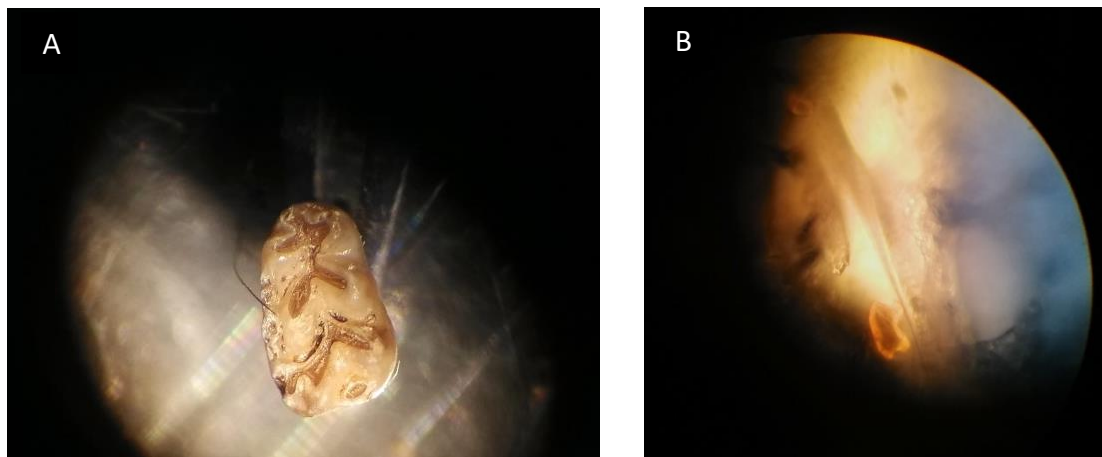


Figura 2.4 - Visualização à lupa de um dente (A) e ao microscópio de um pêlo (B) de *Apodemus sylvaticus*.

2.4. Análise de dados

A identificação das imagens obtidas na armadilhagem fotográfica foi realizada com recurso ao software Adobe Bridge 2022 versão 12.0, procedendo-se sempre que possível à determinação da espécie. No caso das caixas Mostela, as fotos de roedores foram agrupadas em dois taxa diferentes (Murídeos e Microtíneos, respetivamente), não sendo possível a sua identificação específica devido à elevada sobreposição de tamanhos corporais e morfologias. Este facto dificulta a identificação das espécies sem acesso a métricas corporais exatas dos indivíduos, uma vez que em muitas das imagens obtidas não é possível ver o corpo do indivíduo por inteiro. Os musaranhos foram identificados até à espécie.

A análise dos dados de armadilhagem fotográfica foi realizada com recurso ao *software* R versão 3.6.1 (R Development Core Team, 2011), tendo sido utilizado o *package* *camtrapR* (Niedballa *et al.*, 2016) para criar um ficheiro com os metadados das imagens identificadas. Foram considerados eventos independentes imagens cuja separação temporal era superior a 30 minutos ou que continham indivíduos diferentes (Monterroso *et al.*, 2014; Wearn & Glover-Kapfer, 2017; Vilella *et al.*, 2020). Foi também calculado o índice de abundância relativa (RAI) (O'Brien *et al.*, 2003) e a *naïve occupancy* para se analisar o padrão espacial de ocupação das espécies dentro da área amostrada (Ewing & Gangloff, 2016). O RAI foi calculado dividindo o número de eventos independentes de cada espécie pelo número de noites/armadilha (i.e. a soma do número de dias de atividade de cada câmara) e multiplicando o resultado por 100 (O'Brien *et al.*, 2003). A normalidade dos RAI foi testada recorrendo ao Teste de Shapiro-Wilk (Zar, 2010) e recorremos ao Teste U de Mann-Whitney para comparar os RAI entre estações do ano (Zar, 2010). Esta comparação permitiu verificar a ocorrência, ou não, de variações sazonais significativas na abundância de cada espécie. Já a *naïve occupancy* foi determinada dividindo o número de câmaras que detetou cada espécie pelo número total de câmaras ativas (i.e. para a maioria das espécies de mesocarnívoros foram contabilizadas apenas as câmaras colocadas nas árvores e para a doninha

e pequenos mamíferos foram contabilizadas apenas as câmaras Mostela) e multiplicando o resultado final por 100 (Ewing & Gangloff, 2016).

Para a análise dos padrões de atividade, as horas em que foram detetados os animais foram convertidas para horas solares, com o intuito de permitir a sua interpretação tendo em conta os diferentes períodos solares e, posteriormente, para radianos para facilitar a análise dos dados. Seguindo a metodologia utilizada por Linkie & Ridout (2011), os eventos independentes foram considerados amostras aleatórias de uma distribuição que reproduz a probabilidade de ativação das câmaras nos diferentes períodos do dia. Os padrões de atividade, que têm como base o facto de cada animal ter a mesma probabilidade de ser observado nas câmaras em qualquer período do dia, são definidos pela função de densidade probabilística desta distribuição (Ridout & Linkie, 2009). Assim, os padrões de atividade da maioria dos mesocarnívoros e dos pequenos mamíferos foram estimados não parametricamente e por espécie ou grupo, recorrendo ao estimador de densidade de kernel (Ridout & Linkie, 2009). Algumas espécies ou grupos detetados, como sejam a fuínha, a doninha, os musaranhos e os microtíneos, não foram integrados nesta análise devido ao reduzido tamanho das amostras, o que faz com que os dados obtidos possam não ser representativos do padrão específico. De seguida, estimou-se a sobreposição dos padrões de atividade diária dos mesocarnívoros com o dos pequenos mamíferos. O grau de sobreposição dos padrões de atividade das espécies foi analisado com recurso ao coeficiente de sobreposição Δ (Ridout & Linkie, 2009; Meredith & Ridout, 2016). Esta métrica varia entre 0 (nenhuma sobreposição, i.e. os animais têm ciclos de atividade completamente diferentes) e 1 (sobreposição completa, i.e. os animais têm idêntico padrão de atividade). Para conjuntos de dados com número de eventos independentes menor do que 50 foi utilizado o parâmetro Δ_1 , enquanto para valores superiores a 75 foi utilizado o Δ_4 , de acordo com as recomendações de Meredith & Ridout (2021) (em conjuntos com valores entre 50 e 75 foi utilizado o parâmetro com o valor mais aproximado). Finalmente, foram utilizados os testes de Watson-Wheeler e Rayleigh para, respetivamente, comparar a homogeneidade dos padrões de atividade (i.e. testar se o padrão entre espécies difere; Lund *et al.*, 2022), e testar a uniformidade dos padrões de atividade (i.e. testar se as espécies têm uma atividade uniforme ao longo do dia; Lund *et al.*, 2022). Foram também realizados teste de Watson-Wheeler por espécie, comparando as duas amostragens, para testar se ocorreram variações significativas nos padrões de atividade das espécies entre estações do ano.

No que se refere à análise dos dejetos de mesocarnívoros foi calculada a frequência relativa da presença de indícios de pequenos mamíferos, dividindo o número de dejetos de cada mesocarnívoro com indícios de pequenos mamíferos pelo total de dejetos do mesmo analisados (Breuer, 2005). Esta análise permitiu avaliar qual o contributo dos pequenos mamíferos, enquanto recurso alimentar, para cada mesocarnívoro, e a sua variação em diferentes estações do ano (Breuer, 2005).

3. Resultados

3.1. Padrões globais

3.1.1. Padrões de abundância e ocupação do espaço

No total, foram obtidos 236 eventos independentes de mesocarnívoros ao longo da amostragem nas câmaras em árvores, sendo que a raposa e o texugo foram as espécies mais representadas,

com 85 e 71 eventos independentes, respetivamente (Tabela 3.1). A doninha e a fuinha tiveram apenas 1 e 2 eventos independentes, respetivamente (Tabela 3.1), e o toirão e o gato-bravo não foram detetados em todo o estudo. A geneta e o sacarrabos apresentaram valores intermédios a rondar os 40 eventos independentes (Tabela 3.1). No decurso das 3450 noites/armadilha, foram observados em média 6,84 mesocarnívoros a cada 100 dias, sendo a raposa e o texugo as espécies mais abundantes (Tabela 3.1) e com as maiores taxas de ocupação, com valores a rondar os 70%, enquanto a geneta e o sacarrabos apresentaram cerca de 40% taxa de ocupação (Tabela 3.1). A doninha e a fuinha apresentaram uma *naïve occupancy* muito reduzida, tendo sido observadas apenas em 1 das 30 câmaras possíveis (Tabela 3.1). No total foram detetados mesocarnívoros em 83,33% dos locais de amostragem (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros detetadas na Charneca do Infantado.

	Raposa	Doninha	Fuinha	Texugo	Geneta	Sacarrabos	Total
Nºde eventos	85	1	2	71	42	35	236
RAI	2,45	0,02	0,05	2,06	1,22	1,01	6,84
<i>Naïve occupancy</i>	73,33	3,33	3,33	70,00	40,00	43,33	83,33

Nas câmaras Mostela, foram detetados 1372 eventos independentes de murídeos, 6 de microtíneos (*Microtus* sp.) e 4 de musaranhos-de-dentes-brancos, contabilizando um total de 1382 eventos independentes de pequenos mamíferos (Tabela 3.2). Os murídeos foram o grupo mais abundante, com um RAI médio de 39,77, enquanto os microtíneos e os musaranhos-de-dentes-brancos apresentaram um RAI médio de 0,17 e 0,12, respetivamente (Tabela 3.2). No total, foram registados, em média, 40,06 deteções de pequenos mamíferos a cada 100 dias (Tabela 3.2). Os murídeos apresentaram uma distribuição vasta na área de estudo, com uma taxa de ocupação média de 96,67%, com *Microtus* sp. e os musaranhos-de-dentes-brancos a evidenciarem taxas de ocupação de, apenas, 6,67% e 3,33%, respetivamente (Tabela 3.2). Os pequenos mamíferos contabilizaram, no total, uma *naïve occupancy* de 96,67% (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos detetadas na Charneca do Infantado.

	Murídeos	<i>Microtus</i> sp.	Musaranho-de-dentes-brancos	Total
Nºde eventos	1372	6	4	1382
RAI	39,77	0,17	0,12	40,06
<i>Naïve occupancy</i>	96,67	6,67	3,33	96,67

3.1.2. Padrões de atividade

As espécies de mesocarnívoros amostradas demonstraram uma heterogeneidade nos respetivos padrões de atividade diária (Rayleigh_{raposa}=0,47, p<0,001; Rayleigh_{texugo}=0,72, p<0,001; Rayleigh_{geneta}=0,73, p<0,001; Rayleigh_{sacarrabos}=0,63, p<0,001). A raposa, o texugo e a geneta

exibiram hábitos maioritariamente noturnos, com os picos de atividade a ocorrerem durante o período noturno (Figura 3.1). Por oposição, o sacarrabos demonstrou estar ativo durante as horas diurnas (Figura 3.1). Os murídeos apresentaram, também, hábitos noturnos e uma heterogeneidade dos seus padrões de atividade diária ($\text{Rayleigh}_{\text{murídeos}}=0,67$, $p<0,001$), com o pico de maior atividade a ocorrer ao final do dia (Figura 3.1). A raposa exibiu horas de atividade menos concentradas no período noturno, sem um pico claro na atividade (Figura 3.1). Apesar disso, a sua atividade é essencialmente noturna e tem um elevado nível de sobreposição ($\Delta 4=0,74$) em relação à atividade dos murídeos, embora as diferenças entre os padrões predador e presa sejam estatisticamente significativas ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{raposa}}=16,86$, $p<0,001$). O texugo evidenciou uma maior sobreposição ($\Delta 4=0,79$) com os padrões de atividade diária dos murídeos, contudo existem diferenças significativas entre as horas de atividade de ambos ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{texugo}}= 8,80$, $p=0,01$). A geneta foi o mesocarnívoro com maior grau de sobreposição das suas horas de atividade com as dos murídeos, não havendo diferenças significativas nos padrões de atividade diária de predador e presa ($\Delta 1=0,83$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{geneta}}= 2,66$, $p>0,05$); o pico de atividade da geneta ocorre logo após o pico de atividade deste grupo de pequenos mamíferos (Figura 3.1). Contrariamente, o sacarrabos, cuja atividade ocorre durante as horas diurnas, foi o mesocarnívoro que apresentou menor nível de sobreposição dos seus padrões de atividade diária com os padrões de atividade dos murídeos, existindo diferenças significativas entre ambos ($\Delta 1=0,12$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{sacarrabos}}= 70,81$; $p<0,001$; Figura 3.1).

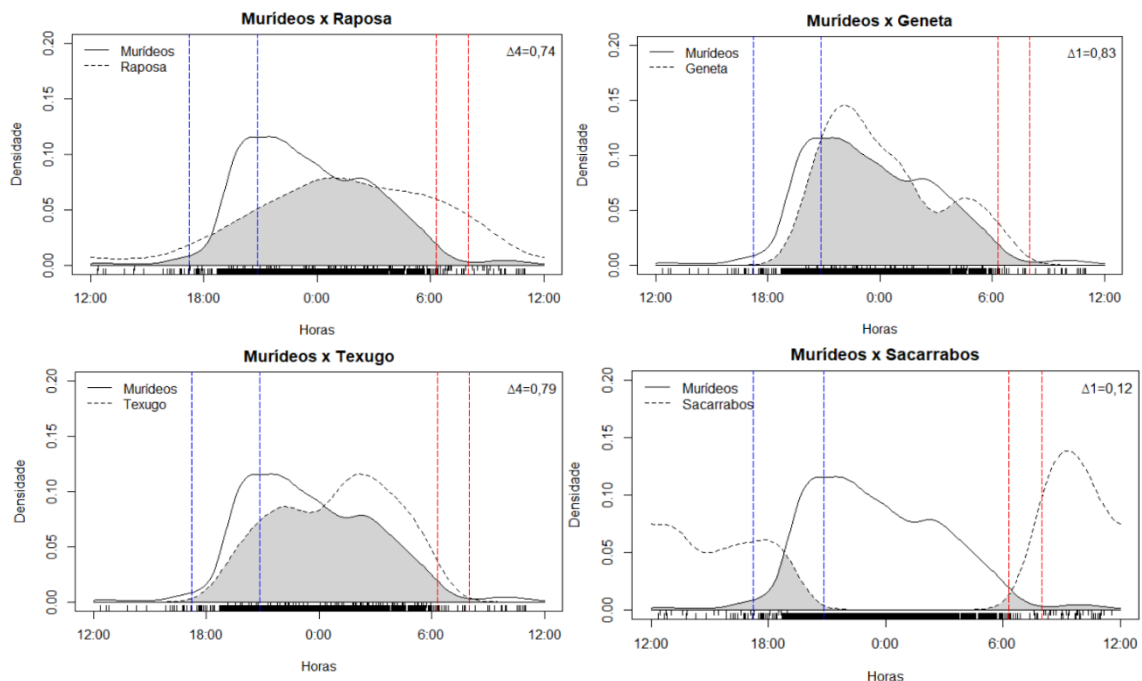


Figura 3.1 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

3.1.3. Padrões de consumo de pequenos mamíferos

No total foram recolhidos e analisados 85 dejetos de mesocarnívoros, nos quais 12 (14.12%) apresentavam evidências de predação de pequenos mamíferos (Tabela 3.3). Os mesocarnívoros

mais representados na amostra de dejetos foram a raposa e a fuinha, com 32 e 40 dejetos, respectivamente. Por outro lado, apenas foram recolhidos dois dejetos de geneta e um dejeito de doninha e de sacarrabos. Apesar da reduzida amostragem foi possível detetar a presença de pequenos mamíferos em todos os dejetos de geneta (Tabela 3.3). Na análise no laboratório foram identificadas cinco ocorrências de *Apodemus sylvaticus* (em um dejeito de raposa, três de fuinha e um de geneta), cinco de *Mus spretus* (em dois dejetos de raposa, dois de fuinha e um de geneta), uma de *Microtus* sp. (em dejeito de fuinha) e uma de um indivíduo não identificado da Ordem Rodentia (em dejeito de fuinha). Foi ainda possível identificar indícios de consumo de uma toupeira (consumido por raposa) e de dois lagomorfos (consumidos por doninha e fuinha).

Tabela 3.3 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos.

	Raposa	Doninha	Fuinha	Texugo	Geneta	Sacarrabos	Total
Nºde dejetos	32	1	40	9	2	1	85
Nº de dejetos com ind. de pequenos mamíferos	3	0	7	0	2	0	12
Frequência relativa	0,09	0	0,175	0	1	0	0,14

3.2. Variação temporal

3.2.1. Padrões de abundância e ocupação do espaço

3.2.1.1. Amostragem de outono

Foram obtidos 133 eventos independentes de mesocarnívoros nas câmaras instaladas em árvores durante a amostragem de outono, sendo que a raposa e o texugo foram, mais uma vez, as espécies mais detetadas (Tabela 3.4). Por oposição, foram registados apenas dois eventos de fuinha e não foi registada nenhuma doninha (Tabela 3.4). Durante as 1530 noites/armadilha, foi obtido um RAI médio de 8,7 para os mesocarnívoros, o que significa que em média foram observados nove indivíduos de mesocarnívoros a cada 100 dias de amostragem (Tabela 3.4). Das cinco espécies presentes, duas, a raposa e o texugo, apresentaram taxas de ocupação totais maiores ou iguais a 50% (Tabela 3.4). Os restantes mesocarnívoros evidenciaram um valor reduzido de *naïve occupancy*, sendo que, no total, foram detetados mesocarnívoros em 80% da área de estudo (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros detetadas na Charneca do Infantado na amostragem de outono.

	Raposa	Fuinha	Texugo	Geneta	Sacarrabos	Total
Nºde eventos	51	2	44	20	16	133
RAI	3,33	0,13	2,88	1,31	1,05	8,7
<i>Naïve occupancy</i>	60,00	3,33	50,00	33,33	30,00	80,00

Quanto aos pequenos mamíferos, foram obtidos, nas câmaras Mostela, 1057 eventos independentes de murídeos e apenas 3 de musaranho-de-dentes-brancos (Tabela 3.5). Os murídeos e os musaranhos-de-dentes-brancos apresentaram um RAI médio de 69,08 e 0,20, respetivamente, e, no total, a abundância relativa média de pequenos mamíferos foi de 69,28 (Tabela 3.5). Os murídeos apresentaram uma ampla distribuição espacial nesta amostragem, com um valor de 96,67% de *naïve occupancy*, enquanto o musaranho-de-dentes-brancos apenas foi detetado em 3,33% da área amostrada pelas caixas Mostela (Tabela 3.5). A *naïve occupancy* dos pequenos mamíferos agrupados foi de 96,67% (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos detetadas na Charneca do Infantado na amostragem de outono.

	Murídeos	Musaranho-de-dentes-brancos	Total
Nºde eventos	1057	3	1061
RAI	69,08	0,20	69,28
<i>Naïve occupancy</i>	96,67	3,33	96,67

3.2.1.2. Amostragem de primavera

Quanto à amostragem de primavera, a raposa foi o animal mais representado dos mesocarnívoros, com 34 eventos de um total de 103 eventos independentes registados (Tabela 3.6). Apenas foi observado um evento de doninha e não foi detetada qualquer fuinha. Ao longo das 1920 noites/armadilha foi registada uma média de 5,37 deteções para cada 100 dias de amostragem (Tabela 3.6). Em termos de ocupação, nenhuma espécie de mesocarnívoro apresentou um valor elevado de *naïve occupancy*. O maior valor foi registado para a raposa, que foi detetada em 53,33% das câmaras (Tabela 3.6). Os restantes mesocarnívoros apresentaram uma *naïve occupancy* menor do que 50% (Tabela 3.6). No total, os mesocarnívoros foram detetados em 76,67% do total da área de amostragem (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de mesocarnívoros presentes na Charneca do Infantado na amostragem de primavera.

	Raposa	Doninha	Texugo	Geneta	Sacarrabos	Total
Nºde eventos	34	1	27	22	19	103
RAI	1,77	0,05	1,41	1,15	0,99	5,37
<i>Naïve occupancy</i>	53,33	3,33	40,00	20,00	30,00	76,67

Em relação aos pequenos mamíferos, foram obtidos 315 eventos independentes de murídeos, enquanto indivíduos do género *Microtus* apenas foram observados 6 vezes (Tabela 3.7). Foi também obtido 1 evento de musaranho-de-dentes-brancos (Tabela 3.7). Os murídeos, por sua vez, tiveram um RAI médio de 16,41 na amostragem de primavera (Tabela 3.7). As espécies de *Microtus* sp. apresentaram uma média de deteções de 0,32 a cada 100 dias e os musaranhos-de-dentes-brancos um valor de RAI de 0,05, perfazendo um RAI médio total de pequenos mamíferos de 16,78 (Tabela 3.7). Os murídeos foram detetados em 83,33% da área amostrada, sendo que tanto o musaranho-de-dentes-brancos como os microtíneos apresentaram um valor de ocupação de 3,33% (Tabela 3.7). Em conjunto, os pequenos mamíferos evidenciaram uma taxa de ocupação de 83,33% no total da área de estudo (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Número de eventos independentes, RAI (índice de abundância relativa) e *naïve occupancy* das espécies de pequenos mamíferos presentes na Charneca do Infantado na amostragem de primavera.

	Murídeos	<i>Microtus</i> sp.	Musaranho-de-dentes-brancos	Total
Nºde eventos	315	6	1	322
RAI	16,41	0,32	0,05	16,78
<i>Naïve occupancy</i>	83,33	3,33	3,33	83,33

Não foram detetadas diferenças significativas na abundância de nenhum dos mesocarnívoros em relação à amostragem de outono (Mann-Whitney_{raposa}=537, $p>0,05$; Mann-Whitney_{texugo}=525, $p>0,05$; Mann-Whitney_{geneta}=506, $p>0,05$; Mann-Whitney_{sacarrabos}=460, $p>0,05$). Os murídeos, por oposição, exibiram diferenças significativas na abundância entre as estações do ano amostradas (Mann-Whitney_{murídeos}=723, $p<0,001$), tendo sido observada uma maior abundância na amostragem de outono.

3.2.2. Padrões de atividade

3.2.2.1. Amostragem de outono

As espécies de mesocarnívoros apresentaram uma heterogeneidade nos padrões de atividade diária durante a amostragem de outono (Rayleigh_{raposa}=0,51, $p<0,001$; Rayleigh_{texugo}=0,66, $p<0,001$; Rayleigh_{geneta}=0,75, $p<0,001$; Rayleigh_{sacarrabos}=0,58, $p=0,003$). O padrão de atividade

destes predadores no outono não se diferenciou do padrão global. A maioria evidencia hábitos maioritariamente noturnos, apresentando os seus picos de atividade durante o período noturno, à exceção do sacarrabos que apresentou hábitos nitidamente diurnos (Figura 3.2). Os murídeos também apresentaram hábitos noturnos, com o seu pico de atividade a ocorrer entre as 19h e as 20h, durante o pôr do sol (Figura 3.2), apresentando uma heterogeneidade na forma como usam as várias faixas horárias ($\text{Rayleigh}_{\text{murídeos}}=0,65$, $p<0,001$). A raposa exibiu uma sobreposição intermédia com as horas de atividade dos murídeos, com a menor sobreposição entre os mesocarnívoros noturnos ($\Delta 1=0,71$; Figura 3.2), registando-se uma diferença significativa entre os padrões de atividade de predador e presas ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{raposa}}=10,94$, $p=0,004$). O texugo e a geneta foram os mesocarnívoros que apresentaram maior atividade noturna no outono e, consequentemente, foram os que apresentaram maior sobreposição dos padrões de atividade com os murídeos, com um valor de $\Delta 1=0,81$ e $\Delta 1=0,79$, respetivamente (Figura 3.2), não havendo diferenças significativas entre esses padrões de atividade ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{texugo}}=4,10$, $p>0,05$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{geneta}}=2,80$; $p>0,05$). Finalmente, o sacarrabos, cujos picos de atividade rondaram as 11h e as 17h, apresentaram o menor nível de sobreposição dos padrões de atividade com os dos murídeos ($\Delta 1=0,15$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{sacarrabos}}=32,08$; $p<0,001$; Figura 3.2).

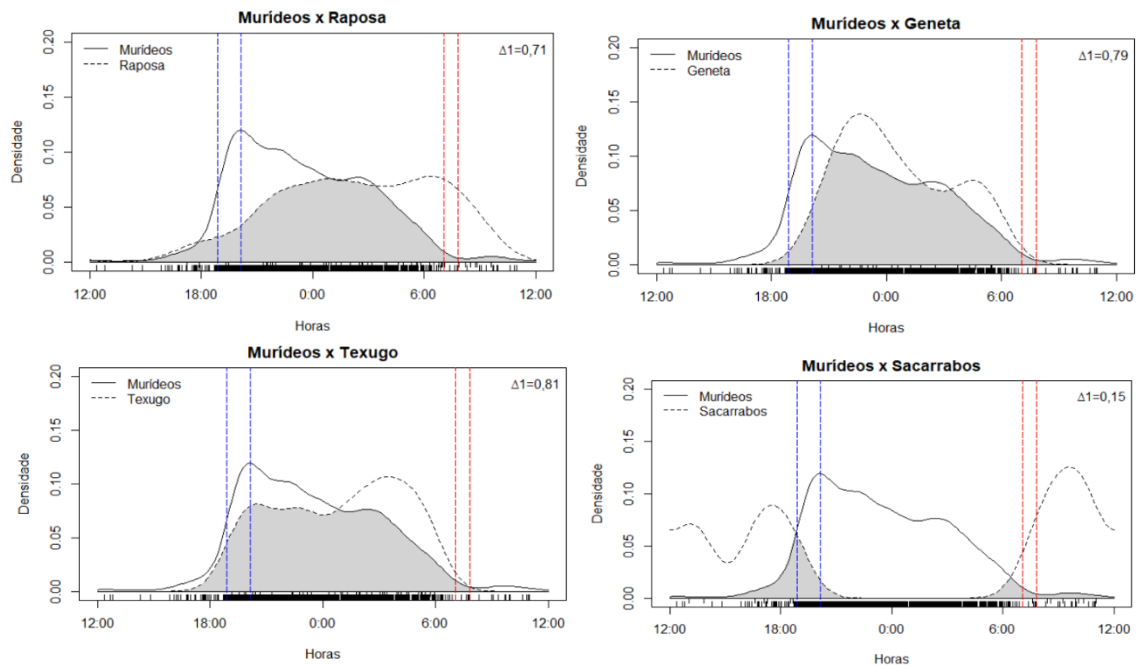


Figura 3.2 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos entre setembro e outubro. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

3.2.2.2. Amostragem de primavera

Na segunda amostragem repetiu-se a tendência dos padrões de atividade diária, com os mesocarnívoros a apresentarem heterogeneidade na forma como utilizam as diferentes faixas horárias ($\text{Rayleigh}_{\text{raposa}}=0,46$, $p<0,001$; $\text{Rayleigh}_{\text{texugo}}=0,81$, $p<0,001$; $\text{Rayleigh}_{\text{geneta}}=0,72$, $p<0,001$; $\text{Rayleigh}_{\text{sacarrabos}}=0,68$, $p<0,001$), sendo que a raposa, o texugo e a geneta demonstraram atividade essencialmente noturna, contrariamente ao sacarrabos (Figura 3.3). Os murídeos exibiram, também, hábitos noturnos e heterogeneidade na sua atividade ao longo do dia ($\text{Rayleigh}_{\text{murídeos}}=0,76$, $p<0,001$), com o seu pico de atividade a dar-se por volta das 21h, logo após

o pôr do sol (Figura 3.3). A raposa e o texugo apresentaram sobreposições intermédias com a atividade dos murídeos, com valores de $\Delta 1=0,71$ e $\Delta 1=0,76$ e picos de atividade a ocorrerem por volta das 2h e 3h, respetivamente (Figura 3.3). Contudo, entre estes dois mesocarnívoros, apenas o texugo não exibiu diferenças significativas nos padrões de atividade quando comparados com os dos murídeos ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{raposa}} = 11,33$, $p=0,003$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{texugo}} = 4,09$, $p>0,05$). A geneta foi o mesocarnívoro que apresentou maior sobreposição de atividade com os murídeos durante esta amostragem, com um valor de $\Delta 1=0,89$, e com os picos de atividade a coincidirem, não havendo evidências de diferenças significativas nos padrões de atividade diária de predador e presas ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{geneta}} = 0,43$; $p>0,05$) (Figura 3.3). Por outro lado, a menor sobreposição encontrada foi com a atividade dos sacarrabos ($\Delta 1=0,07$), que nesta amostragem apresentaram apenas um pico de atividade, após o nascer do sol e, mais uma vez, detetámos diferenças significativas da sua atividade quando comparada com a dos murídeos ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{sacarrabos}} = 39,46$, $p<0,001$; Figura 3.3).

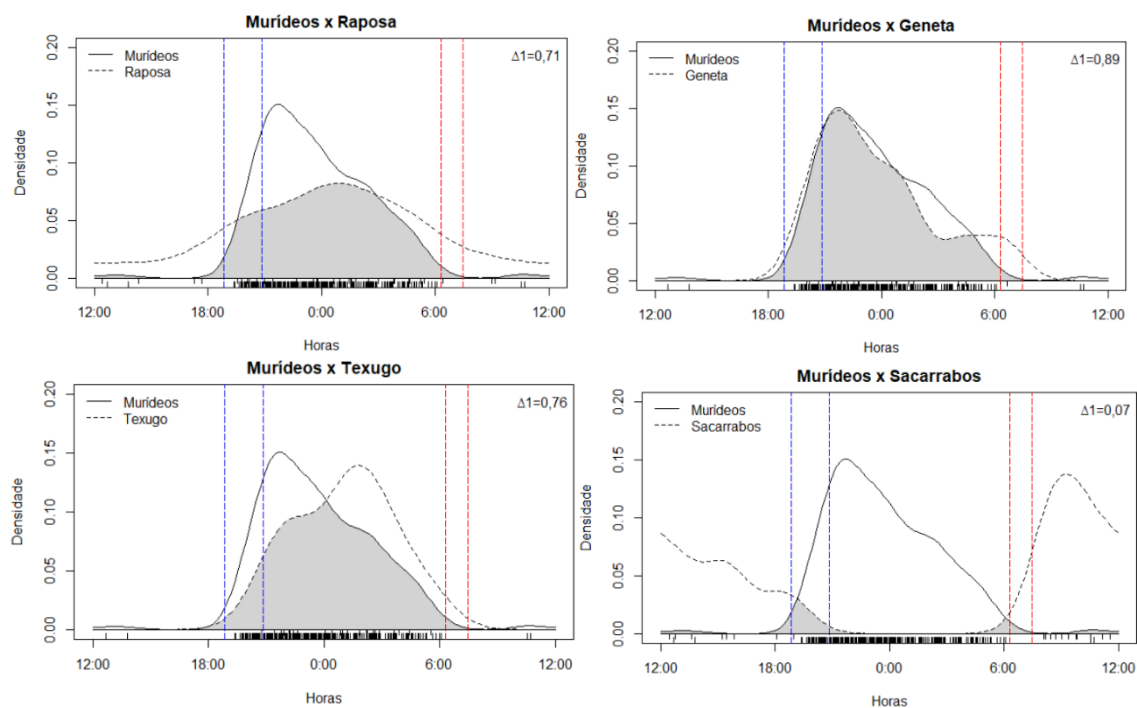


Figura 3.3 - Padrões de atividade dos diferentes mesocarnívoros e dos murídeos entre março e maio. As linhas verticais delimitam as horas do pôr do sol (linhas azuis) e do nascer do sol (linhas vermelhas) durante o período da amostragem. No canto superior direito encontra-se o valor do delta (i.e. sobreposição; zona a cinzento nos gráficos) utilizado no cálculo do nível de sobreposição dos padrões de atividade.

Quando comparada a variação dos padrões de atividade diária entre estações, nenhum dos mesocarnívoros exibiu diferenças significativas entre as amostragens ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{raposa}} = 1,53$, $p>0,05$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{texugo}} = 4,53$, $p>0,05$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{geneta}} = 0,81$, $p>0,05$; $\text{Watson-Wheeler}_{\text{sacarrabos}} = 0,41$, $p>0,05$). Contrariamente, os murídeos demonstraram diferenças significativas na forma como utilizam as diferentes horas do dia nas duas épocas do ano ($\text{Watson-Wheeler}_{\text{murídeos}} = 37,95$, $p<0,001$).

3.2.3. Padrões de consumo de pequenos mamíferos

3.2.3.1. Amostragem de outono

Entre setembro e outubro foram recolhidos 55 dejetos de mesocarnívoros, sendo que apenas 8 (14.55%) apresentavam indícios de consumo de pequenos mamíferos (Tabela 3.8). Não foi encontrado qualquer dejetos de doninha, geneta ou sacarrabos, pelo que as amostras recolhidas foram apenas de raposa, fuinha e texugo (Tabela 3.8). No entanto, os dejetos de texugo não apresentaram indícios de pequenos mamíferos (Tabela 3.8). Nos dejetos analisados em laboratório foi possível identificar quatro ocorrências de *Apodemus sylvaticus* (detetadas em um dejetos de raposa e três de fuinha), três de *Mus spretus* (encontradas em dois dejetos de raposa e um de fuinha) e uma de *Microtus* sp. (consumido por fuinha).

Tabela 3.8 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos durante a amostragem de outono.

	Raposa	Fuinha	Texugo	Total
Nº de dejetos	21	28	6	55
Nº de dejetos com ind. de pequenos mamíferos	3	5	0	8
Frequência relativa	0,14	0,18	0	0,15

3.2.3.2. Amostragem de primavera

Na primavera foram encontrados 30 dejetos de mesocarnívoros, em que apenas 4 (13.33%) continham indícios de pequenos mamíferos (Tabela 3.9). A raposa e a fuinha foram as espécies de mesocarnívoros com maior representatividade, com 11 e 12 dejetos encontrados, respetivamente (Tabela 3.9). Todos os dejetos de geneta apresentaram evidências da presença de pequenos mamíferos (Tabela 3.9). Na análise realizada em laboratório foram identificados dois *Mus spretus* (consumidos por geneta e fuinha), um *Apodemus sylvaticus* (consumido por geneta) e um indivíduo não identificado da Ordem Rodentia (consumido por fuinha). Foram também encontrados indícios de consumo de uma toupeira (em dejetos de raposa) e de dois lagomorfos (consumidos por doninha e fuinha).

Tabela 3.9 - Número de dejetos recolhidos por espécie de mesocarnívoro e com indícios de pequenos mamíferos, e frequência da presença de indícios de pequenos mamíferos nos dejetos durante a amostragem de primavera.

	Raposa	Doninha	Fuinha	Texugo	Geneta	Sacarrabos	Total
Nº de dejetos	11	1	12	3	2	1	30
Nº de dejetos com ind. de pequenos mamíferos	0	0	2	0	2	0	4
Frequência relativa	0	0	0,17	0	1	0	0,13

4. Discussão

4.1. Padrões de abundância e atividade dos mamíferos

A raposa e o texugo foram as espécies de mesocarnívoros com maior número de eventos independentes neste estudo. No caso da raposa, o carácter generalista dos nichos tróficos e espaciais já foi descrito em diversos estudos (Carvalho & Gomes, 2004; O'Connell *et al.*, 2006) e pode ser responsável pela sua maior abundância e distribuição ao longo da área de estudo. A elevada capacidade deste canídeo em estar ativo num longo intervalo de tempo, como demonstrado neste estudo, também poderá aumentar a sua deteção na armadilhagem fotográfica. O texugo pode ter sido detetado em maior número do que outras espécies de mesocarnívoros devido à sua movimentação por zonas mais abertas e com vegetação menos densa (Rosalino *et al.*, 2004; Curveira-Santos *et al.*, 2017), que facilita a sua deteção pelas câmaras. O facto da geneta apresentar menor número de eventos independentes poderá estar relacionado com as suas aptidões arborícolas (Santos-Reis *et al.*, 2005), que podem dificultar a sua captura na foto-armadilhagem. A sua menor distribuição e abundância na área de estudo também podem ser responsáveis pelas reduzidas observações desta espécie (Simões, 2009; Curveira-Santos *et al.*, 2016). Quanto ao sacarrabos, esta espécie evita deslocar-se em áreas abertas, com o seu movimento a ocorrer geralmente em zonas com vegetação densa (Palomares & Delibes, 1993), o que pode ter limitado a sua deteção. Pode ainda ter evitado a deslocação nas zonas de menor vegetação amostradas pela armadilhagem fotográfica. A reduzida deteção das espécies que foram observadas apenas ocasionalmente neste estudo, caso da doninha e da fuinha, pode dever-se à sua reduzida abundância e distribuição na área de estudo (Simões, 2009; Curveira-Santos *et al.*, 2016).

Os pequenos mamíferos com maior número de eventos independentes nas câmaras Mostela e, consecutivamente, maior valor de abundância relativa, foram os murídeos. Este resultado corrobora os de um estudo dirigido aos pequenos mamíferos implementado na área de estudo, que também apresentou um maior número de capturas de murídeos e valores reduzidos das restantes famílias (Simões, 2009). Estudos realizados demonstraram que *Apodemus sylvaticus* têm comportamentos generalistas na escolha de habitat (Díaz *et al.*, 1999; Simões, 2009). Tajuelo *et al.*, (2011) demonstrou, também, uma ampla capacidade de *Mus spretus* em habitar diferentes tipos de microhabitat. Assim, o facto destas espécies poderem ocorrer nos diferentes usos do solo amostrados neste estudo, corroborado pelos valores de *naïve occupancy* apresentados, pode ser

responsável pelo maior número de capturas e abundância, comparativamente aos restantes pequenos mamíferos. Uma hipótese justificativa para o facto dos restantes pequenos mamíferos (e.g. insetívoros e microtíneos) serem detetados em reduzido número, é a sua preferência mais estrita por características ambientais, que geralmente se encontram presentes em habitats com vegetação ripícola (Simões, 2009). Por exemplo, o rato de Cabrera tende a ocorrer em zonas com maior densidade de cobertura herbácea, bem como zonas com maior humidade nos solos que permita a manutenção da cobertura herbácea verde durante todo o ano (Fernández-Salvador, 1998), características comumente encontradas em habitats com vegetação ripícola (Gregory *et al.*, 1991; Kondolf *et al.*, 1996). O facto destas zonas suportarem comunidades de invertebrados (Gregory *et al.*, 1991; Kondolf *et al.*, 1996) favorece também a existência de espécies insetívoras como o musaranho-de-dentes-brancos. Por outro lado, a vegetação destas zonas facilita a regulação térmica (Kondolf *et al.*, 1996), fator importante para os insetívoros, que tipicamente têm ritmos metabólicos elevados (Merritt & Vessey, 2000). Assim, estas preferências ambientais e tróficas, podem originar o aumento da concentração destas espécies nos locais com este tipo de vegetação, com a consequente diminuição da ocorrência nos diferentes tipos de habitat, e a respetiva redução da abundância ao longo da área de estudo.

Os mesocarnívoros ibéricos são, na sua generalidade, espécies noturnas (Monterroso *et al.*, 2014; Villela *et al.*, 2020). Os dados recolhidos no âmbito deste trabalho corroboram este padrão geral. Entre as espécies de mesocarnívoros cuja robustez dos dados permitiu estimar o padrão de atividade, quase todas demonstraram comportamentos noturnos, à exceção do sacarrabos. A raposa foi o mesocarnívoro que evidenciou maior distribuição da atividade ao longo do dia, estando ativa durante longos períodos. Este comportamento já foi descrito em estudos anteriores (Servin *et al.*, 1991; Monterroso *et al.*, 2014; Villela *et al.*, 2020) e pode ser explicado pela elevada capacidade adaptativa deste canídeo em explorar diferentes recursos tróficos e espaciais (Carvalho & Gomes, 2004; O'Connell *et al.*, 2006) e tolerância fisiológica a diversos períodos do dia (i.e. têm a capacidade de estar ativos em diferentes horários ao longo do dia) (Curveira-Santos *et al.*, 2016; Ferreras *et al.*, 2016). A geneta e o texugo apresentaram uma atividade marcadamente noturna, já referida em diversos estudos (Kowalczyk *et al.* 2003; Camps 2008; Monterroso *et al.*, 2014; Curveira-Santos *et al.*, 2016; Villela *et al.*, 2020), coincidindo nas horas em que a sua atividade é mais elevada. Seguindo a teoria da similaridade limitada de MacArthur e Levins (1967), espécies simpátricas que se sobrepõem na utilização dos recursos tróficos e espaciais, recorrem a uma estratégia comportamental de segregação temporal, com o objetivo de diminuir a competição interespecífica e favorecerem a coexistência. A coexistência no tempo detetada, por parte de dois mesocarnívoros diferentes, indicia que existirá uma diferença mais marcada numa das outras dimensões do nicho. Uma das hipóteses poderá estar associada à diferença que estes animais apresentam na forma como exploram os recursos tróficos, isto é, o facto de o texugo ser cursorial (Rosalino *et al.*, 2004) e a geneta ter aptidões arborícolas (Santos-Reis *et al.*, 2005) favorece a sua coexistência espaço-temporal, diminuindo a competição interespecífica (i.e. permite que as espécies estejam ativas à mesma hora e no mesmo local sem, contudo, interagirem uma com a outra) (Rosalino *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Ferreras *et al.*, 2016). Ainda assim, os seus picos de atividade ocorreram em períodos diferentes, ou seja, apesar de haver uma elevada sobreposição dos períodos em que ambos estão ativos, os seus picos de atividade ocorreram em horas diferentes. O sacarrabos exibiu uma atividade diurna já documentada por diversos autores ao longo da sua área de distribuição (Palomares & Delibes 1992; Monterroso *et al.*, 2014; Curveira-Santos *et al.*, 2016), sendo considerado o único mesocarnívoro presente em Portugal com hábitos exclusivamente diurnos. Quanto aos pequenos mamíferos, os dados recolhidos apenas permitiram a análise dos padrões de atividade dos murídeos. Assim, estes roedores

apresentaram uma atividade noturna, como se previa, tendo em conta estudos anteriores que descreveram os padrões de atividade diária deste grupo de pequenos mamíferos (Roll *et al.*, 2006; Monterroso *et al.*, 2013; Villela *et al.*, 2020).

A raposa e o sacarrabos foram os mesocarnívoros que apresentaram diferenças significativas dos seus padrões de atividade diária quando comparados com os dos murídeos, contrariamente ao previsto nas hipóteses deste estudo, o que nos indica que as estratégias tróficas adotadas por estes predadores permitem que estes não tenham de ajustar a sua atividade para que esta coincida com a atividade das presas, por forma a otimizar a predação. Sabe-se que há um *trade-off* entre a energia gasta a conseguir capturar o alimento e a energia ganha na alimentação (Monterroso *et al.*, 2013). Assim, estas espécies, consideradas generalistas e oportunistas em termos tróficos, podem alimentar-se de recursos muito variados, como sejam frutos, insetos, aves ou pequenos mamíferos (Delibes *et al.*, 1984; Bakaloudis *et al.*, 2015). Para otimizar os ganhos energéticos, as populações estudadas podem optar pelo consumo de alimentos que impliquem menores dispêndios energéticos nas atividades de deteção, captura e manuseamento, preferindo muitas vezes consumir frutos que permitem limitar esses gastos energéticos (Monterroso *et al.*, 2013). A reduzida abundância de pequenos mamíferos durante as épocas de amostragem poderá também ser uma causa do seu reduzido consumo (Dell'Arte *et al.*, 2007), ainda que estes sejam uma fonte importante de energia para os mesocarnívoros em muitas zonas (Carvalho & Gomes, 2004; Malo *et al.*, 2004). Estas hipóteses são suportadas pelos dados obtidos através da análise de dejetos. Dos 32 dejetos de raposa amostrados, apenas em três foram detetados indícios da presença de pequenos mamíferos (9.38%), o que nos indica que estes pequenos mamíferos não foram consumidos numa proporção significativa durante a amostragem. De sacarrabos apenas foi encontrado um dejetos, que não apresentou indícios do consumo de pequenos mamíferos.

O texugo não exibiu diferenças significativas nas horas de atividade comparativamente aos pequenos mamíferos, nomeadamente os murídeos, em ambas as estações do ano, estando de acordo com a nossa hipótese inicial. No entanto, sabendo que o texugo é um mesocarnívoro generalista com uma dieta mais focada em frutos e artrópodes (Rosalino *et al.*, 2005b), esta sobreposição pode ser um resultado artificial, consequência de fatores indiretos, como a atividade noturna dos texugos para evitar o período mais quente do dia e a perturbação humana (Rosalino *et al.*, 2005a). Deste modo, colocamos a hipótese da relação entre os períodos de atividade encontrada ser resultado de fatores externos a esta relação, e não da predação. Estes dados são suportados pelo facto de nenhum dos dejetos de texugo analisados em laboratório apresentar indícios de consumo de pequenos mamíferos.

Como previsto nas nossas hipóteses, a geneta também exibiu semelhanças dos padrões de atividade diária com os dos murídeos, sendo que esta relação foi a que apresentou maior valor de sobreposição. A teoria da estratégia ótima da procura de alimento defende que o comportamento das espécies procura otimizar a absorção de energia por unidade de tempo (MacArthur & Pianka, 1966; Pyke *et al.*, 1977). A geneta é um mesocarnívoro que, apesar de também consumir aves, reptéis, anfíbios e insetos, é especializado na captura de pequenos mamíferos (sendo o *Apodemus sylvaticus* uma das suas principais presas - Hamdine *et al.*, 1993; Jacques & Lodé, 1994; Rosalino & Santos-Reis, 2002). Assim, a geneta poderá estar a ajustar a sua atividade para estar ativa nos mesmos períodos do dia que as suas presas (murídeos), de forma a maximizar o sucesso de predação e assim a obtenção de energia nas horas em que está ativa. Esta hipótese é apoiada pelos resultados da análise laboratorial dos dejetos, que confirmou a presença de indícios de pequenos mamíferos em todos os dejetos de geneta. Apesar do número de amostras analisadas ser reduzida,

o que pode introduzir um elevado grau de incerteza nas conclusões do estudo, permitiu confirmar que os pequenos mamíferos estão a ser predados pela geneta na área de estudo.

4.2. Variação sazonal dos padrões de abundância e atividade dos mamíferos

Como esperado, a abundância relativa de murídeos variou significativamente entre amostragens, demonstrando uma diminuição dos seus valores do outono para a primavera. O rácio natalidade-mortalidade pode ser um fator determinante nesta variação. Um estudo realizado em ambiente mediterrânico demonstrou que, ao contrário do norte da Europa, a época reprodutora do rato-do-campo neste tipo de ambiente apresenta os seus mínimos no final da primavera e verão (Rosário *et al.*, 2004). Estas diferenças estão interligadas aos fatores climáticos, com a atividade reprodutora a ser interrompida nas épocas sem precipitação e a ser retomada geralmente em setembro, época em que a temperatura do ar diminui e a precipitação começa a aumentar (Rosário *et al.*, 2004). O mesmo estudo demonstrou picos de abundância destes pequenos mamíferos na primavera, com a sua mortalidade a alcançar valores máximos durante o verão (Rosário *et al.*, 2004). A variação na abundância das populações dos murídeos foi também descrita por Torre *et al.* (2002), que afirma que a principal razão destas alterações é a variação de alimento disponível na natureza. No final da primavera e verão, a mortalidade nestas espécies vai ser maior, consequência da seca estival que causa uma grande diminuição na quantidade de alimento disponível (Torre *et al.*, 2002). Por outro lado, no outono e inverno, época com maiores quantidades de precipitação, vai haver uma maior quantidade de recursos vegetais predados pelos pequenos mamíferos (como é o caso da bolota), aumentando a sobrevivência dos indivíduos (Torre *et al.*, 2002). Neste estudo, foi encontrada uma maior abundância de rato-do-campo nos meses de janeiro e fevereiro em ambiente mediterrânico (Torre *et al.*, 2002). As diferenças encontradas entre estudos realizados em diferentes anos, comprovam o efeito que as alterações climáticas podem ter sobre estas populações, alcançando máximos populacionais em épocas diferentes do ano, conforme o clima e os recursos tróficos disponíveis nesse ano. No presente estudo, foi encontrada uma maior abundância de murídeos durante a amostragem de outono (meses de setembro e outubro) comparativamente à amostragem de primavera (final de março ao final de maio). Uma hipótese que pode explicar este resultado é que o pico de abundância, que ocorre geralmente mais perto da primavera, ocorreu mais tarde devido às condições climáticas, que variam muito de ano para ano, não tendo sido compreendido na amostragem de primavera. Durante as amostragens deste estudo, os valores de precipitação foram bastante reduzidos, o que pode ter resultado numa reduzida produtividade dos habitats e consequente atraso nos picos de abundância dos pequenos mamíferos. Simões (2009) propôs que a elevada precipitação pode causar a inundação dos refúgios dos pequenos mamíferos, provocando uma maior movimentação e consequente deteção destes animais. Assim, a reduzida precipitação durante os meses de amostragem deste estudo, pode ter sido responsável pela reduzida deteção dos pequenos mamíferos. O recrutamento de novos indivíduos resultantes da época de reprodução em setembro (Torre *et al.*, 2002) e a mortalidade causada pelos rigores do inverno (Abad, 1991), poderão também ser uma causa da variação de abundância encontrada neste estudo.

Seria de esperar que os mesocarnívoros ajustassem os seus padrões de atividade diária entre amostragens, ocorrendo uma maior sincronia com a atividade dos murídeos durante o outono (Padial *et al.*, 2002; Carvalho & Gomes, 2004), estação onde foi observado um maior valor de abundância destes pequenos mamíferos. Contudo, previa-se que este incremento da abundância de presas não iria causar variações de abundância nos mesocarnívoros (Villela *et al.*, 2020). Quando comparadas as abundâncias e padrões de atividade dos mesocarnívoros entre

amostragens, verificamos que não ocorreram alterações significativas, ou seja, não foram encontradas diferenças significativas na abundância e padrões de atividade diária dos mesocarnívoros entre estações do ano. No caso da raposa, do texugo e do sacarrabos pode dever-se ao facto de eles não se estarem a alimentar de pequenos mamíferos, ou da abundância dos pequenos mamíferos ser reduzida (Dell'Arte *et al.*, 2007), pelo que o esforço energético necessário para seguir as suas tendências populacionais não seria compensador para os mesocarnívoros. Monterroso (2013) afirma que as relações temporais entre os predadores e as presas podem variar entre dois extremos: o predador conseguir sobrepor totalmente a sua atividade com a das presas ou as presas conseguem evitar totalmente a atividade dos predadores. Uma hipótese que pode explicar os resultados da geneta neste estudo é que, uma vez alcançadas as suas necessidades energéticas mínimas para a realização das suas funções vitais, estes mesocarnívoros passam a optar por outras soluções alimentares (Monterroso *et al.*, 2013). O facto de haver outras fontes de alimento na área de estudo, como aves, insetos, lagomorfos ou répteis (Rosalino & Santos-Reis, 2002; Gonçalves *et al.*, 2012, Carreiras, 2014; Fernandes *et al.*, 2019, Rodrigues, 2021) poderá também fazer com que a geneta não sofra alterações significativas na sua abundância e padrões de atividade, aquando da diminuição das populações dos murídeos.

No entanto, os valores de sobreposição dos padrões de atividade predador-presas variaram na maioria dos casos. Esta variação ocorreu devido à alteração das horas de atividade por parte dos murídeos, que evidenciaram uma variação significativa dos padrões de atividade, corroborando a nossa hipótese inicial. Esta variação pode resultar da alteração do número de horas de luz, que ocorre com a mudança de estação do ano. Um estudo realizado por Wolton (1983) demonstrou que o início da atividade diária destes pequenos mamíferos está fortemente correlacionada com a hora do pôr do sol. Na primavera, o pôr do sol ocorre mais tarde do que no outono, fazendo com que os murídeos tenham que patrulhar a sua área vital e recolher alimentos num período mais curto (e começando a atividade mais tarde no dia) uma vez que a atividade terá que estar concentrada no período noturno (Lodewijckx, 1984). Esta alteração resulta num aumento da sobreposição da atividade com alguns dos mesocarnívoros amostrados, nomeadamente com as espécies tipicamente noturnas. Assim, e seguindo a Hipótese de afetação do risco de predação (Lima & Bednekoff, 1999), a limitação de períodos com pouco risco de predação leva os pequenos mamíferos a não terem outra alternativa senão estar ativos durante as horas de atividade de alguns mesocarnívoros (neste caso em particular, do texugo e da geneta).

4.3. Limitações do estudo e perspetivas futuras

Um dos principais constrangimentos neste trabalho foi o reduzido número de eventos independentes dos diferentes mesocarnívoros registados nas câmaras fotográficas, que impossibilitou analisar a comunidade de mesocarnívoros como um todo. No caso em particular da fuinha e da doninha, apenas foram obtidos um e dois eventos independentes, respetivamente, sendo que os restantes mesocarnívoros foram também observados relativamente poucas vezes em cada amostragem. Por esta razão, em trabalhos futuros sobre esta temática, será importante assegurar um número de eventos independentes de cada mesocarnívoro suficientemente elevado, para que os padrões detetados sejam representativos da abundância e atividade das espécies presentes na área de estudo. O aumento do número de eventos pode ser obtido com o aumento do esforço de amostragem, tanto em termos de período de tempo, como da dimensão da área a monitorizar, com conseqüente aumento do número total de câmaras instaladas no terreno. O mesmo deverá acontecer com os pequenos mamíferos uma vez que, neste estudo, foi obtida uma quantidade muito reduzida de registos de insetívoros (e.g. *Crossidura russula*) e de espécies do

género *Microtus*. Outro aspeto que necessita ser melhorado é a quantidade de amostras a usar na análise da dieta dos mesocarnívoros. O aumento da quantidade, dimensão e/ou frequência de monitorização dos transeptos realizados poderá ser importante para obter um maior número de dejetos de cada espécie. Tendo em conta os problemas associados à identificação morfológica dos dejetos (Monterroso *et al.*, 2012; Alexandre *et al.*, 2020), será também importante que a análise da dieta dos mesocarnívoros seja precedida pela identificação genética dos dejetos para minimizar possíveis erros de identificação que podem enviesar o resultado final.

Os dados recolhidos neste estudo permitiram aumentar o conhecimento sobre os mecanismos ecológicos que podem estar a regular as relações predador-presa existentes em ambientes mediterrânicos e como esses mecanismos podem atuar de forma diferente consoante o contexto paisagístico e climático associado às estações do ano. Tendo em conta a elevada sobreposição dos padrões de atividade diária de espécies de predadores, como a raposa e o texugo, com as suas presas, i.e. os murídeos, será interessante analisar em trabalhos subsequentes, quais os outros fatores que podem estar a modelar a distribuição espaço-temporal destes mesocarnívoros. Por outro lado, perceber a razão pela qual estes valores de sobreposição são tão elevados, considerando que os pequenos mamíferos não constituíram uma parte importante da dieta de raposa e texugo, será fundamental para compreender o funcionamento das comunidades de mamíferos que integram as paisagens mediterrânicas.

5. Conclusão

Este estudo permitiu aprofundar o conhecimento sobre a resposta dos mesocarnívoros mediterrânicos às variações sazonais de abundância e padrões de atividade dos pequenos mamíferos. Tendo em conta que a relação predador-presa está em constante mudança, é crucial verificar se a exploração dos recursos tróficos por parte dos mesocarnívoros irá ser refletida nos seus padrões de atividade diária ao longo do tempo e se sofrerão alterações consoante a variação de produtividade anual e da abundância de pequenos mamíferos. Os dados deste trabalho poderão ajudar a compreender a resposta das populações silvestres de mesocarnívoros a alterações de abundância das suas presas, em ambientes mediterrânicos. Por exemplo, a sobreposição encontrada neste trabalho entre os padrões de atividade da geneta e dos murídeos, ajuda a prever que, num ambiente com as mesmas características, uma redução drástica das populações destes pequenos mamíferos possa vir a causar alterações nos padrões ecológicos das populações dos predadores. Apesar disso, é de reforçar a importância da conservação da heterogeneidade da paisagem deste tipo de habitats, permitindo o acesso a diferentes recursos tróficos, o que permite às populações de mesocarnívoros generalistas fazer face às alterações da disponibilidade de recursos, tal como indiciam os nossos resultados em que a abundância das populações de mesocarnívoros não variaram com a diminuição da abundância das presas. Assim, acreditamos que os resultados deste estudo poderão contribuir para a conservação de populações silvestres de mesocarnívoros, pois ajudam a perceber melhor os impactos que as alterações de abundância e atividade nas populações de presas têm sobre as comunidades dos predadores.

6. Referências bibliográficas

- Abad, P.L. (1991) Biology of *Apodemus sylvaticus* in Leon province, Spain. *Mammalia*, 55(4), 1199-1216. <https://doi.org/10.1515/mamm.1991.55.4.579>
- Alexandre, M., Rosalino, L.M., Hipólito, D., Fonseca, C., Ferreira, E. (2020) Can scat-based species identification be a misleading sign of presence? More evidences from northeastern Portugal. *Galemys, Spanish Journal of Mammalogy*, 32, 41-50.
- Alves, F., Basto, M.P. (2012) Doninha (*Mustela nivalis*): Pequena mas implacável. In: Um Olhar sobre os Carnívoros Portugueses, *CARNIVORA*, Lisboa, 67-80.
- Arias-Del, I.R., Hernández, L., Laundré, J.W., Myers, O. (2011) Do predator and prey foraging activity patterns match? A study of coyotes (*Canis latrans*), and lagomorphs (*Lepus californicus* and *Sylvilagus audobonii*). *Journal of Arid Environments*, 75(2), 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.09.008>
- Attuquayefio, D.K., Gormal, M.L., Wolton, R.J. (1986) Home Range sizes in the Wood mouse *Apodemus sylvaticus*: habitat, sex and seasonal differences. *Journal of Zoology*, 210, 45-53. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1986.tb03619.x>
- Azevedo, F.C., Lemos, F.G., Freitas-Junior, M.C., Rocha, D.G., Azevedo, F.C.C. (2018) Puma activity patterns and temporal overlap with prey in a human-modified landscape at Southeastern Brazil. *Journal of Zoology*, 305(4), 246-255. <https://doi.org/10.1111/jzo.12558>
- Bakaloudis, D., Bontzorlos, V.A., Vlachos, C., Papakosta, M. (2015) Factors affecting the diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a heterogeneous Mediterranean landscape. *Turkish Journal of Zoology*, 39(6), 1151-1159. <https://doi.org/10.3906/zoo-1411-22>
- Bischof, R., Ali, H., Kabir, M., Hameed, S., Nawaz, M.A. (2014) Being the underdog: an elusive small carnivore uses space with prey and time without enemies. *Journal of Zoology*, 293(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/jzo.12100>
- Blanco-Garrido, F., Rivas, A. (2014) Gineta *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758). In: Guía virtual de los indicios de los mamíferos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. *Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos* (SECEM).
- Breuer, T. (2005) Diet choice of large carnivores in Northern Cameroon. *African Journal of Ecology*, 43(2), 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2005.00551.x>
- Brown, J.S., Laundre, J.W., Mahesh, G. (1999) The Ecology of Fear: Optimal Foraging, Game Theory, and Trophic Interactions. *Journal of Mammalogy*, 80(2), 385-399. <https://doi.org/10.2307/1383287>
- Brown, J.S., Kotler, B.P., Bouskila, A. (2001) Ecology of fear: Foraging games between predators and prey with pulsed resources. *Annales Zoologici Fennici*, 38(1), 71-87.
- Bu, H., Wang, F., McShea, W.J., Lu, Z., Wang, D., Li, S. (2016) Spatial Co-occurrence and Activity Patterns of Mesocarnivores in the Temperate Forests of Southwest China. *PLoS One*, 11(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164271>
- Camps, D. (2008) Activity patterns of adult common genets *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758) in Northeastern Spain. *Galemys*, 20(1), 47-60.

- Carreiras, A.L.R. (2014) Influência do pastoreio na comunidade de invertebrados epígeos e resposta do insectívoro *Crocidura russula*: um caso de estudo na Companhia das Lezírias (Portugal). Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/15662>
- Carvalho, J.C., Gomes, P. (2004). Feeding resource partitioning among four sympatric carnivores in the Peneda-Gerês National Park (Portugal). *Journal of Zoology*, 263, 275–283. <https://doi.org/10.1017/S0952836904005266>
- Companhia das Lezírias (2020) Relatório de Sustentabilidade.
- Companhia das Lezírias (2021) Relatório de Sustentabilidade.
- Curveira-Santos, G., Marques, T.A., Björklund, M., Santos-Reis, M. (2016) Mediterranean mesocarnivores in spatially structured managed landscapes: community organisation in time and space. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 237, 280-289. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.037>
- Davis, D.E., Emlen, J.T., Stokes, A.W. (1948) Studies on Home Range in the Brown Rat. *Journal of Mammalogy*, 29(3), 207-225. <https://doi.org/10.2307/1375387>
- Delibes, M., Aymerich, M., Cuesta, L. (1984) Feeding habits of the Egyptian mongoose or ichneumon in Spain. *Acta Theriologica*, 29(16), 205-218. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.84-21>
- Dell'Arte, G.L., Laaksonen, T., Norrdahl, K., Korpimäki, E. (2007) Variation in the diet composition of a generalist predator, the red fox, in relation to season and density of main prey. *Acta Oecologica* 31(3), 276-281. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2006.12.007>
- Díaz, M., Santos, T., Tellería, J.L. (1999) Effects of forest fragmentation on the winter body condition and population parameters of an habitat generalist, the wood mouse *Apodemus sylvaticus*: A test of hypothesis. *Acta Oecologica*, 20(1), 39-49. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(99\)80014-9](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(99)80014-9)
- Donadio, E., Buskirk, S.W. (2006) Diet, Morphology, and Interspecific Killing in Carnivora. *The American Naturalist*, 167(4), 524-536. <https://doi.org/10.1086/501033>
- Eriksen, A., Wabakken, P., Zimmermann, B., Andreassen, H.P., Arnemo, J.M., Gundersen, H., Liberg, O., Linnell, J., Milner, J.M., Pedersen, H.C., Sand, H., Solberg, E.J., Storaas, T. (2011) Activity patterns of predator and prey: a simultaneous study of GPS-collared wolves and moose. *Animal Behaviour*, 81(2), 423-431. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.11.011>
- Ewing, T., Gangloff, M.M. (2016) Using Changes in Naïve Occupancy to Detect Population Declines in Aquatic Species; Case Study: Stability of Greenhead Shiner in North Carolina. *SEAFWA Journal*, 3, 1-5.
- Fenn, M.G.P., MacDonald, D.W. (1995) Use of Middens by Red Foxes: Risk Reverses Rhythms of Rats. *Journal of Mammalogy*, 76(1), 130-136. <https://doi.org/10.2307/1382321>
- Fernandes, J., Petrucci-Fonseca, F., Santos-Reis, M., Rosalino, L.M. (2019) Drivers of *Psammmodromus algirus* abundance in a Mediterranean agroforestry landscape. *Agroforestry Systems*, 93(6), 2281-2291. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00348-w>
- Ferreras, P., Francisco, D.R., Alves, P.C., Monterroso, P. (2016) Factores de la coexistencia de mesocarnívoros en parques nacionales de ambiente mediterráneo. In: *Proyectos de Investigación*

en Parques Nacionales 2011-2014, *Organismo Autónomo Parques Nacionales, Magrama*, 321-329. <http://hdl.handle.net/10261/147138>

Foster, V.C., Sarmiento, P., Sollmann, R., Tôrres, N., Jácomo, A.T.A., Negrões, N., Fonseca, C., Silveira, L. (2013) Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four Brazilian biomes. *Biotropica*, 45(3), 373-379. <https://doi.org/10.1111/btp.12021>

Gaynor, K.M., Hojnowski, C.E., Carter, N.H., Brashares, J.S. (2018) The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360(6394), 1232-1235. <https://doi.org/10.1126/science.aar7121>

Gonçalves, P., Alcobia, S., Simões, L., Santos-Reis, M. (2012) Effects of management options on mammal richness in a Mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agroforestry Systems*, 85(3), 383-395. <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9439-7>

Gonçalves, P., Alcobia, S., Santos-Reis, M. (2013) Atlas dos Mamíferos na Charneca do Infantado. Companhia das Lezírias S.A.

Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A., Cummins, K. (1991) An ecosystem perspective of riparian zones. *Biological Science*, 41(8), 540-551. <https://doi.org/10.2307/1311607>

Halle, S. (2000) Ecological relevance of daily activity patterns. In: Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. *Springer*, New York, 141, 67-90. https://doi.org/10.1007/978-3-642-18264-8_5

Hairston, N.G., Smith, F.E., Slobodkin, L.B. (1960) Community Structure, Population Control and Competition. *The American Naturalist*, 94(879), 421-425. <https://doi.org/10.1086/282146>

Hambäck, P.A., Oksanen, L., Ekerholm, P., Lindgren, Å., Oksanen, T., Schneider, M. (2004) Predators indirectly protect tundra plants by reducing herbivore abundance. *Oikos*, 106(1), 85-92. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13029.x>

Hamdine, W., Thévenot, M., Sellami, M., Smet, K.D. (1993) Régime alimentaire de la Genette (*Genetta genetta* Linné, 1758) dans le Parc national du Djurdjura, Algérie. *Ecology of Mammals*, 57(1). <https://doi.org/10.1515/mamm.1993.57.1.9>

Hearn, A.J., Cushman, S.A., Ross, J., Goossens, B., Hunter, L.T.B., Macdonald, D.W. (2018) Spatio-temporal ecology of sympatric felids on Borneo. Evidence for resource partitioning? *PLoS One*, 13(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200828>

Herrera, H., Chávez, E.J., Alfaro, L.D., Fuller, T.K., Montalvo, V., Rodrigues, F., Carrillo, E. (2018) Time partitioning among jaguar *Panthera onca*, puma *Puma concolor* and ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Costa Rica's dry and rainforests. *Revista De Biología Tropical*, 66(4), 1559-1568. <http://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32895>

Hipólito, D., Santos-Reis, M., Rosalino, L.M. (2016) European badger (*Meles meles*) diet in an agroforestry and cattle ranching area of Central-West Portugal. *Wildlife Biology in Practice*, 12(3), 1-13. <https://doi.org/10.2461/wbp.2016.eb.1>

Jacques, D.L., Lodé, T. (1994) L'alimentation de la Genette d'Europe, *Genetta genetta* L., 1758, dans un bocage de l'ouest de la France. *Mammalia*, 58(3), 383-390. <http://doi.org/10.1515/mamm.1994.58.3.383>

- Jenkins, D., Walker, J.G.K., Mccowan, D. (1979) Analyses of otter (*Lutra lutra*) faeces from Deeside, N.E. Scotland. *Journal of Zoology*, London, 187, 235-244. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1979.tb03946.x>
- Karanth, K.U., Srivathsa, A., Vasudev, D., Puri, M., Parameshwaran, R., Kumar, N.S. (2017) Spatio-temporal interactions facilitate large carnivore sympatry across a resource gradient. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1848). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1860>
- Kondolf, G., Kattelman, R., Emburay, M., Erman, D. (1996) Status of riparian habitat. In: Sierra Nevada Ecosystem Project: Final report to Congress, volume II, Assessments and Scientific Basis for Management Options. *California Centers for Water and Wildland Resources*, Davis: University of California, 1009-1030
- Kowalczyk, R., Jedrzejewska, B., Zalewski, A. (2003) Annual and circadian activity patterns of badgers (*Meles meles*) in Białowieża Primeval Forest (Eastern Poland) compared with other Palaearctic populations. *Journal of Biogeography*, 30(3), 463-472. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00804.x>
- Kronfeld-Schor, N., Dayan, T. (2003) Partitioning of Time as an Ecological Resource. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34, 153-181. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435>
- Kronfeld-Schor, N., Dayan, T. (2008) Activity patterns of rodents: the physiological ecology of biological rhythms. *Biological Rhythm Research*, 39, 193-211. <https://doi.org/10.1080/09291010701683268>
- Laundre, J.W., Hernández, L., Altendorf, K.B. (2001) Wolves, elk and bison: reestablishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park, USA. *Canadian Journal of Zoology*, 79(8), 1401-1409. <https://doi.org/10.1139/cjz-79-8-1401>
- Lima, S.L., Bednekoff, P.A. (1999) Temporal Variation in Danger Drives Antipredator Behavior: The Predation Risk Allocation Hypothesis. *The American Naturalist*, 153(6), 649-659. <https://doi.org/10.1086/303202>
- Lima, S.L. (2002) Putting predators back into behavioral predator-prey interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(2), 70-75. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02393-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02393-X)
- Linkie, M., Ridout, M. (2011) Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, 284(3), 224-229. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00801.x>
- Linnell, J.D.C., Strand, O. (2000) Interference interactions, co-existence and conservation of mammalian carnivores. *Diversity and Distributions*, 6(4), 169-176. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00069.x>
- Lodewijckx, E. (1984) Seasonal fluctuations in the Exploratory Behaviour an in the Activity of Wild Wood Mice. *Acta Theriologica*, 29(22), 273-282.
- Lourenço, R., Mira, A., Santos, S., Mathias, M.L. (2010) Spatial and temporal ecology of the Lusitanian pine vole (*Microtus lusitanicus*) in a Mediterranean polyculture. *Animal Biology*, 60(2), 209-227. <https://doi.org/10.1163/157075610X496306>

- Lozano, J., Moleón, M., Virgós, E. (2006) Biogeographical patterns in the diet of the wildcat, *Felis silvestris* Schreber, in Eurasia: factors affecting the trophic diversity. *Journal of Biogeography*, 33(6), 1076-1085. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01474.x>
- Lucherini, M., Reppucci, J.I., Walker, R.S., Villalba, M.L., Wursten, A., Gallardo, G., Iriarte, A., Villalobos, R., Perovic, P. (2009) Activity Pattern Segregation of Carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1404-1409. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-002R.1>
- Lund, U., Agostinelli, C., Arai, H., Gagliardi, A., García-Portugués, E., Giunchi, D., Irisson, J.O., Pocernich, M., Rotolo, F. (2022) Package “circular”.
- MacArthur, R., Pianka, E.R. (1966) On the Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist*, 100(916), 603-609.
- MacArthur, R., Levins, R. (1967) The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. *The American Naturalist*, 101, 377-385.
- Main, M.T., Davis, R.A., Blake, D., Mills, H., Doherty, T.S. (2020) Human impact override bioclimatic drivers of red fox home range size globally. *Diversity and Distributions*, 26(9), 1083-1092. <https://doi.org/10.1111/ddi.13115>
- Malo, A.F., Lozano, J., Huertas, D.L., Virgos, E. (2004) A change of diet from rodents to rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Is the wildcat (*Felis silvestris*) a specialist predator? *Journal of Zoology*, 263(4), 401-407. <https://doi.org/10.1017/S0952836904005448>
- Massara, R.L., Paschoal, A.M.O., Bailey, L.L., Doherty, P.F.J., Chiarello, A.G. (2018) Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 97(6), 1634-1644. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw129>
- McDevitt, A.D., Montgomery, W.I., Tosh, D.G., Lusby, J., Reid, N., White, T.A., McDevitt, C.D., O'Halloran, J., Searle, J.B., Yearsley, J.M. (2014) Invading and Expanding: Range Dynamics and Ecological Consequences of the Greater White-Toothed Shrew (*Crocidura russula*) Invasion in Ireland. *PLoS One*, 9(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100403>
- McDonald, R.A., Webbon, C., Harris, S. (2000) The diet of stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*) in Great Britain. *Journal of Zoology*, 252(3), 363-371. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb00631.x>
- Meredith, M., Ridout, M. (2021) Overview of the overlap package.
- Merritt, J.F., Vessey, S.H. (2000) Shrews - Small Insectivores with Polyphasic Patterns. In: Activity Patterns in Small Mammals: Ecological Studies. *Springer*, Berlin, 141, 235-251 https://doi.org/10.1007/978-3-642-18264-8_15
- Meserve, P.L., Kelt, D.A., Milstead, W.B., Gutiérrez, J.R. (2003) Thirteen years of shifting top-down and bottom-up control. *BioScience*, 53(7), 633-646. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0633:TYOSTA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0633:TYOSTA]2.0.CO;2)
- Miller, B., Dugelby, B., Foreman, D., Martinez, C., Noss, R., Phillips, M., Reading, R., Soulé, M.E., Terborgh, J., Willcox, L. (2001) The Importance of Large Carnivores to Healthy Ecosystems. *Endangered Species Update*, 18(5), 202-210.

- Mills, L.S., Soulé, M.E., Doak, D.F. (1993) The Keystone-Species Concept in Ecology and Conservation: Management and policy must explicitly consider the complexity of interactions in natural systems. *BioScience*, 43(4), 219-224. <https://doi.org/10.2307/1312122>
- Monterroso, P., Castro, D., Silva, T.L., Ferreras, P., Godinho, R., Alves, P.C. (2012) Factors affecting the (in)accuracy of mammalian mesocarnivores scat identification in South-western Europe. *Journal of Zoology*, 289(4), 243-250. <https://doi.org/10.1111/jzo.12000>
- Monterroso, P., Alves, P.C., Ferreras, P. (2013). Catch me if you can: Diel activity patterns of mammalian prey and predators. *Ethology*, 119(12), 1044–1056. <https://doi.org/10.1111/eth.12156>
- Monterroso, P., Alves, P.C., Ferreras, P. (2014) Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: Implications for species coexistence. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(9), 1403–1417. <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1748-1>
- Moral, M., Prunier, F., Saldaña, S. (2014) Meloncillo *Herpestes ichneumon* (Linnaeus, 1758). In: Guía virtual de los indicios de los mamíferos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. *Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos* (SECEM).
- Moreno-Rueda, G., Pizarro, M. (2010) Rodent species richness is correlated with carnivore species richness in Spain. *Revue d'Ecologie*, 65(3), 265-278.
- Mos, J., Hofmeester, T.R. (2020) The Mostela: an adjusted camera trapping device as a promising non-invasive tool to study and monitor small mustelids. *Mammal research*, 65(4), 843-853. <https://doi.org/10.1007/s13364-020-00513-y>
- Mukherjee, S., Singh, P., Silva, A.P., Ri, C., Kakati, K., Borah, B., Tapi, T., Kadur, S., Choudhary, P., Srikant, S., Nadig, S., Navya, R., Björklund, M., Ramakrishnan, U. (2019) Activity patterns of the small and medium felid (Mammalia: Carnivora: Felidae) guild in Northeastern India. *Journal of Threatened Taxa*, 11(4), 13432-13447. <https://doi.org/10.11609/jott.4662.11.4.13432-13447>
- Niedballa, J., Sollmann, R., Courtiol, A., Wilting, A. (2016) camtrapR: An R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1457-1462. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12600>
- Norrdahl, K., Klemola, T., Korpimäki, E., Koivula, M. (2002) Strong seasonality may attenuate trophic cascades: Vertebrate predator exclusion in boreal grassland. *Oikos*, 99(3), 419-430. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.12025.x>
- O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F., Wibisono, H.T. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2), 131-139. <https://doi.org/10.1017/S1367943003003172>
- O'Connell, A.F., Talancy, N.W., Bailey, L.L., Sauer, J.R., Cook, R., Gilbert, A.T. (2006). Estimating site occupancy and detection probability parameters for meso and large mammals in a coastal ecosystem. *Journal of Wildlife Management*, 70(6), 1625-1633. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2006\)70\[1625:ESOADP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2006)70[1625:ESOADP]2.0.CO;2)
- Padial, J.M., Ávila, E., Gil-Sánchez, J.M. (2002). Feeding habits and overlap among red fox (*Vulpes vulpes*) and stone marten (*Martes foina*) in two Mediterranean mountain habitats. *Mammalian Biology*, 67(3), 137-146. <https://doi.org/10.1078/1616-5047-00021>

- Paine, R.T. (1969) A note on Trophic Complexity and Community Stability. *The American Naturalist*, 103(929), 91-93.
- Palomares, F., Delibes, M. (1992) Circadian Activity Patterns of Free-Ranging Large Gray Mongooses, *Herpestes ichneumon*, in Southwestern Spain. *Journal of mammalogy*, 73(1), 173-177. <https://doi.org/10.2307/1381880>
- Palomares, F., Delibes, M. (1993) Key habitats for Egyptian Mongooses in Doñana National Park, South-Western Spain. *Journal of Applied Ecology*, 30(4), 752-758. <https://doi.org/10.2307/2404253>
- Parsons, A.W., Bland, C., Forrester, T., Baker-Whatton, M.C., Schuttler, S.G., McShea, W.J., Costello, R., Kays, R. (2016). The ecological impact of humans and dogs on wildlife in protected areas in eastern North America. *Biological Conservation*, 203, 75-88. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.001>
- Pita, R., Mira, A., Beja, P. (2006) Conserving the Cabrera vole, *Microtus cabrerae*, in intensively used Mediterranean landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115(1-4), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.002>
- Pita, R., Mira, A., Beja, P. (2010) Spatial segregation of two vole species (*Arvicola sapidus* and *Microtus cabrerae*) within habitat patches in highly fragmented farmland landscape. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 651-662. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0360-6>
- Pita, R., Mira, A., Beja, P. (2014) *Microtus cabrerae* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species*, 46(912), 48-70. <https://doi.org/10.1644/912.1>
- Pyke, G.H., Pulliam, H.R., Charnov, E.L. (1977) Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, 52(2), 137-154. <https://doi.org/10.1086/409852>
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Ray, J.C., Redford, K.H., Steneck, R.S., Berger, J. (2005) Large Carnivores and the Conservation of Biodiversity. *Washington (DC): Island Press*.
- Ridout, M., Linkie, M. (2009) Estimating Overlap of Daily Activity Patterns From Camera Trap Data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), 322-337. <https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>
- Ripple, W.J., Beschta, R.L. (2004) Wolves and the Ecology of Fear: Can Predation Risk Structure Ecosystems? *BioScience*, 54(8), 755-766. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0755:WATEOF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0755:WATEOF]2.0.CO;2)
- Ritchie, E.G., Johnson, C.N. (2009) Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters*, 12(9), 982-998. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01347.x>
- Ritchie, E.G., Elmhagen, B., Glen, A.S., Letnic, M., Ludwig, G., McDonald, R.A. (2012) Ecosystem restoration with teeth: What role for predators? *Trends in Ecology and Evolution*, 27(5), 265-271. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.01.001>

- Rodrigues, A.A.A. (2021) Monitorização acústica passiva: influência do habitat e da estação do ano para a caracterização da comunidade de aves. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/51908>
- Roemer, G., Gompper, M.E., Valkenburgh, B.V. (2009) The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. *BioScience*, 59(2), 165-173. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.2.9>
- Roll, U., Dayan, T., Kronfeld-Schor, N. (2006) On the role of phylogeny in determining activity patterns of rodents. *Evolutionary Ecology*, 20(5), 479-490. <https://doi.org/10.1007/s10682-006-0015-y>
- Rosalino, L.M., Santos-Reis, M. (2002) Feeding habits of the common genet *Genetta genetta* (Carnivora: Viverridae) in a semi-natural landscape of Central Portugal. *Mammalia*, 65(2), 195-205. <https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.2.195>
- Rosalino, L.M., Macdonald, D.W., Santos-Reis, M. (2004) Spatial structure and land-cover use in a low-density Mediterranean population of Eurasian badgers. *Canadian Journal of Zoology*, 82(9), 1493-1502. <https://doi.org/10.1139/z04-130>
- Rosalino, L.M., Macdonald, D.W., Santos-Reis, M. (2005a). Activity rhythms, movements and patterns of sett use by badgers, *Meles meles*, in a Mediterranean woodland. *Mammalia*, 69(69), 395-408. <https://doi.org/10.1515/mamm.2005.031>
- Rosalino, L.M., Loureiro, F., MacDonald, D.W., Santos-Reis, M. (2005b) Dietary shifts of the badger *Meles meles* in Mediterranean woodlands: an opportunistic forager with seasonal specialisms. *Mammalian Biology*, 70(1), 12-23. <https://doi.org/10.1078/1616-5047-00172>
- Rosalino, L.M., Santos-Reis, M. (2009) Fruit consumption by carnivores in Mediterranean Europe. *Mammals Review*, 39(1), 67-78. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2008.00134.x>
- Rosalino, L.M., Rosa, S., Santos-Reis, M. (2010) The Role of Carnivores as Mediterranean Seed Dispersers. *Annales Zoologici Fennici*, 47(3), 195-205. <https://doi.org/10.5735/086.047.0304>
- Rosalino, L.M., Loureiro, F. (2012). Texugo (*Meles meles*): o incansável escavador. In: Um olhar sobre os Carnívoros Portugueses. *CARNIVORA*, Lisboa, 131-147.
- Rosário, I.T., Mathias, M.L. (2004) Annual weight variation and reproductive cycle of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in a Mediterranean environment. *Mammalia*, 68(2-3), 133-140. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.014>
- Santero, M.E.D., Alvarez, S.J.P. (1985). Claves para los micromamíferos (Insectívora y Rodentia) del Centro y Sur de la Península Ibérica. *Claves para la Identificación de la Fauna Española*, 27, 1-38.
- Santos, M.J., Pinto, B., Santos-Reis, M. (2007) Trophic niche partitioning between two native and two exotic carnivores in SW Portugal. *Web Ecology*, 7(1), 53-62. <https://doi.org/10.5194/we-7-53-2007>
- Santos-Reis, M., Petrucci-Fonseca, F. (1999) Carnívoros. In: Mamíferos Terrestres de Portugal Continental, Açores e Madeira. *Instituto da Conservação da Natureza e Centro de Biologia Ambiental da Universidade de Lisboa*, 136-164.
- Santos-Reis, M., Santos, M.J., Lourenço, S., Marques, J.T., Pereira, I., Pinto, B. (2005) Relationships between Stone Martens, Genets and Cork Oak Woodlands in Portugal. In: Martens

- and Fishers (Martes) in Human-Altered Environments. *Springer*, Boston, 147-172. https://doi.org/10.1007/0-387-22691-5_7
- Schoener, T.W. (1974) Resource Partitioning in Ecological Communities: Research on how similar species divide resources helps reveal the natural regulation of species diversity. *Science*, 185(4145), 27-39. <https://doi.org/10.1126/science.185.4145.27>
- Servin, J., Rau, J.R., Delibes, M. (1991) Activity pattern of the red fox *Vulpes vulpes* in Donana, SW Spain. *Acta Theriologica*, 36, 369-373. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.91-39>
- Silva, M., Rosalino, L.M., Alcobia, S., Santos-Reis, M. (2021) Sett Use, Density and Breeding Phenology of Badgers in Mediterranean Agro-Sylvo-Pastoral Systems. *Animals* 2021, 11(9), 2663. <https://doi.org/10.3390/ani11092663>
- Simões, L.G. (2009) Factores determinantes da diversidade e abundância de mamíferos num sistema agro-silvo-pastoril mediterrânico. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/1470>
- Suraci, J.P., Clinchy, M., Dill, L.M., Roberts, D., Zanette, L.Y. (2016) Fear of large carnivores causes a trophic cascade. *Nature Communications*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms10698>
- Tarjuelo, R., Morales, M., Traba, J. (2011) Breadth and specialization in microhabitat selection: the case of the Algerian Mouse (*Mus spretus*) in central Spain. *Revue d'Ecologie*, 66(2), 145-156.
- Teerink, B.J. (1991) Hair of west-European mammals: Atlas and Identification Key. *Cambridge University Press*. Cambridge.
- Torre, I., Arrizabalaga, Y., Díaz, M. (2002) Ratón de campo *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758). *Galemys*, 14(2).
- Torre, I. (2004) Distribution, population dynamics and habitat selection of small mammals in Mediterranean environments: The role of climate, vegetation structure, and predation risk (PhD Thesis), Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Treves, A., Karanth, K.U. (2003) Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology*, 17(6), 1491-1499. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00059.x>
- Verdade, L.M., Rosalino, L.M., Gheler-Costa, C., Pedroso, N.M., Lyra-Jorge, M.C. (2011) Adaptation of mesocarnivores (mammalia: Carnivora) to agricultural landscapes in Mediterranean Europe and Southeastern Brazil: a trophic perspective. In: "Middle-sized carnivores in agricultural landscapes". *Nova Science Publishers*, New York, 1-38.
- Vilella, M., Ferrandiz-Rovira, M., Sayol, F. (2020) Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild. *Ecology and Evolution*, 10(20), 11408–11422. <https://doi.org/10.1002/ece3.6778>
- Wearn, O.R., Glover-Kapfer, P. (2017) Camera-trapping for conservation: a guide to best-practices. *WWF Conservation Technology Series*, 1(1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23409.17767>
- Wolton, R. (1983) The Activity of Free-Ranging Wood Mice *Apodemus sylvaticus*. *Journal of Animal Ecology*, 52(3), 781-794. <https://doi.org/10.2307/4453>
- Zar, J.H. (2010) Biostatistical analysis. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Zuberogoitia, I., Zabala, J., Garin, I., Aihartza, J. (2002) Home range size and habitat use of male common genets in the Urdaibai biosphere reserve, Northern Spain. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 48(2), 107-113. <https://doi.org/10.1007/BF02193549>