



CAPTAR
ciência e ambiente para todos

volume 16 • 2025 • art. 3

Estudo das populações de pequenos mamíferos através da análise de egagrópilas de coruja-das-torres (*Tyto alba*)

O estudo das populações de pequenos mamíferos pode ser efetuado através de métodos diretos, que envolvem a sua captura com recurso a armadilhas, ou métodos indiretos não invasivos, como a armadilhagem fotográfica, a prospeção e recolha de Índicos de presença (e.g. latrinas, dejetos, vegetação cortada, montículos de terra) e a análise de egagrópilas de coruja-das-torres (*Tyto alba*). Esta ave de rapina noturna apresenta uma distribuição global, apenas com exceção das regiões árticas. Apesar de oportunista, alimenta-se preferencialmente de pequenos mamíferos que são ingeridos inteiros, sendo que as estruturas ósseas e os pelos não são digeridos e são posteriormente regurgitados sob a forma de uma massa ovóide, designada de egagrópila ou plumada. As egagrópilas contêm todas as estruturas não digeridas das presas, incluindo os crânios que permitem a identificação das espécies de pequenos mamíferos através da observação das suas mandíbulas e dentição. A análise da dieta alimentar da coruja-das-torres reflete a diversidade e abundância de pequenos mamíferos capturados no seu território de caça, sendo um método valioso e amplamente utilizado para estimar a abundância relativa das presas numa determinada região. No norte de Portugal ocorrem várias espécies de pequenos mamíferos com estatuto de conservação e que representam importantes núcleos populacionais para as espécies, nomeadamente da ordem Soricomorpha, como o musaranho-de-água (*Neomys anomalus*) e o musaranho-de-dentes-vermelhos (*Sorex granarius*), e da ordem Rodentia, como o rato-das-neves (*Chionomys nivalis*), o rato-do-campo-lusitano (*Microtus rozianus*) e o rato-de-Cabrera (*Microtus cabreræ*). As populações de corujas-das-torres que vivem em diferentes regiões bioclimáticas de Portugal são importantes para estudar as populações de roedores e avaliar as estratégias de conservação que considerem as particularidades climáticas e ambientais de cada região. Proteger os habitats naturais das regiões é crucial para manter a biodiversidade e assegurar a sobrevivência das espécies, numa lógica de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave

Tynotidae
roedores
aves de rapina noturna
plumadas
alimentação

Sofia Bettencourt¹

Hélia Vale-Gonçalves^{1,2,3}

Rafael Ferreira¹

João Soares Carrola^{1,2*}

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal.

² Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB/Inov4Agro), Vila Real, Portugal.

³ Laboratório de Ecologia Fluvial e Terrestre (LEFT), UTAD, Vila Real, Portugal.

* joao@utad.pt

ISSN 1647-323X

Artigo em acesso aberto sob [licença CC-BY](#)

© 2025 Autores

INTRODUÇÃO

Os pequenos mamíferos, insetívoros e roedores, desempenham papéis cruciais nos ecossistemas terrestres. Embora muitas vezes sejam menos notados comparativamente aos grandes mamíferos, a sua diversidade, abundância e impacto ecológico fazem deles uma componente essencial para a ecologia e funcionamento dos ecossistemas terrestres (Wolff, 2007). A ecologia da paisagem reflete a influência dos sistemas ecológicos nas populações e comunidades destes pequenos mamíferos e a sua heterogeneidade espacial. Esta abordagem enfatiza a importância da composição paisagística e a sua configuração na determinação de padrões ecológicos (Dunning et al., 1992; Presley et al., 2019; Turner, 1989).

O aumento da atividade antropogénica, em consequência do atual modelo de desenvolvimento económico a nível mundial, tem acelerado e contribuído para a redução da biodiversidade (McCallum, 2015; Mathias et al. 2023), nomeadamente através da desflorestação, que contribui diretamente para a redução de habitat disponível (Palmeirim et al., 2020), da poluição aquática e terrestre (Al Sayegh Petkovšek et al., 2014), da introdução de espécies exóticas (Freeman et al., 2014), da reconversão de áreas naturais em área agrícola ou urbana, e da criação de barreiras físicas intransponíveis (e.g. autoestradas, ferrovias, albufeiras) (Galantinho et al., 2017), entre outros. Em Portugal, apesar dos esforços e do crescente conhecimento acerca da distribuição das espécies, existem ainda muitas lacunas, nomeadamente nas espécies de mamíferos com o estatuto de conservação de Informação Insuficiente (ID) (Mathias, et al 2023).

Os pequenos mamíferos são o grupo mais abundante da classe Mammalia representando 39 % (Stoddart et al, 2012; Hopkins et al., 2024) e é fundamental estudar as suas populações para melhor compreender os efeitos das alterações climáticas, das atividades antropogénicas e a sua influência nos ecossistemas (Heisler et al., 2016).

O estudo das populações de pequenos mamíferos pode ser efetuado através de vários métodos:

- métodos diretos, que envolvem a captura do animal vivo (live traps) com recurso a armadilhas (e.g. armadilhas Sherman), pois permitem a colocação de isco e algodão hidrófobo no seu interior (Harkins et al., 2019);
- métodos indiretos não invasivos, como a armadilhagem fotográfica (camera traps), a recolha de Índicos de presença, nomeadamente pelos e dejetos (Barão et al., 2022), e a análise de egagrópilas de coruja das-torres (Gracanin et al., 2022; Hopkins et al., 2024; Oliveira et al., 2023).

A combinação de vários métodos de amostragem permite obter com maior precisão e robustez dados de presença/ausência, bem como, conhecer a área de ocupação de espécies mais ameaçadas e menos abundantes (Guillera-Aroita, 2017).

A coruja-das-torres (*Tyto alba*) é uma ave de rapina noturna com uma vasta distribuição global devido às suas capacidades adaptativas, morfológicas e comportamentais (Taylor, 2003). No entanto, esta espécie não ocorre nas áreas mais frias (Roulin, 2020). Esta ave de porte médio e cerca de 30 cm de comprimento apresenta uma morfologia característica bem como um rosto branco de forma peculiar e olhos negros (Figura 1).



FIGURA 1: Fotografia de uma coruja-das-torres (*T. alba*), da família Tytonidae, também conhecida como coruja das igrejas, que mostra a fisionomia característica desta ave de rapina noturna com cerca de 30 cm de comprimento e o rosto branco com forma peculiar e olhos negros (Autor: Armindo Alves).

Estas aves possuem uma capacidade auditiva muito apurada e, por outro lado, conseguem absorver sons através dos discos faciais recriando mapas sonoros do ambiente ao seu redor. A disposição assimétrica dos seus ouvidos (Bae et al, 2024), com o ouvido direito numa posição superior comparativamente com o ouvido esquerdo, permite-lhes localizar as presas com grande precisão e focar-se apenas numa única fonte de ruído (Grothe, 2018).

Durante o desenvolvimento embrionário, os ouvidos encontram-se numa posição simétrica, mas ao longo do crescimento começam a "mover-se", enquanto a restante parte facial permanece simétrica (Krings et al., 2018). Por outro lado, a audição destas aves permanece praticamente constante devido à elevada capacidade de regeneração das células capilares na papila basilar (Krumm et al., 2017), protegendo-as da presbiacusia, ou seja, da perda de audição natural com o envelhecimento. Esta capacidade auditiva é fundamental na captura eficiente das presas, principalmente durante a noite.

Por outro lado, o voo das corujas-das-torres produz pouco ruído (Sagar et al., 2017; Weger et al., 2017). Este voo quase silencioso é alcançado por meio de diversas adaptações específicas na tamanho e morfologia da asa, batimento das asas, e na morfologia das suas penas, especialmente pela borda serrilhada (estrutura em forma de pente) das penas primárias, em particularmente a 10ª pena (Figura 3) (Piedrahita et al., 2021), o que reduz a fricção e turbulência. Além disso, o revestimento aveludado na parte superior das penas aumenta a absorção de som (LePiane et al, 2020).

A coruja-das-torres também possui uma visão excelente para as suas atividades de caça noturna, o que contribui para o sucesso de capturas de pequenos mamíferos noturnos (Orlowski et al., 2012). Ocasionalmente, podem também capturar morcegos, aves, insetos, lagartos e anfíbios. A coruja-das-torres é um predador exímio e bem-adaptado à captura de presas em áreas abertas, o que se reflete numa dieta

alimentar muito diversificada e de elevada importância em estudos de investigação acerca da ecologia das populações de pequenos mamíferos a nível mundial (Meek et al., 2012).



FIGURA 2: Detalhe e forma da serrilha das penas da coruja-das-torres, que contribui para o voo quase silencioso (Autor: João Soares Carrola).

Este trabalho visa mostrar a importância do estudo das populações de mamíferos e as várias metodologias que podem ser utilizadas, quer métodos diretos, que envolvem a sua captura com recurso a armadilhas, ou métodos indiretos não invasivos, como a armadilhagem fotográfica, a prospeção e recolha de indícios de presença (e.g. latrinas, dejetos, vegetação cortada, montículos de terra) com foco mais detalhado sobre a análise de egagrópilas de coruja-das-torres (*T. alba*).



MÉTODOS DIRETOS DE AMOSTRAGEM DE PEQUENOS MAMÍFEROS

Captura de animais vivos (*Live trapping*)

As armadilhas Sherman são as mais utilizadas para capturar pequenos mamíferos devido ao seu custo e à facilidade com que é possível transportar no campo um elevado número de armadilhas, já que são desdobráveis e bastante leves. A armadilhagem tem a vantagem de permitir manusear o animal e observar com detalhe características específicas da espécie, como também a recolha de amostras de tecido, necessárias em estudos moleculares a nível científico e de investigação. No entanto, existem algumas desvantagens, nomeadamente o facto de serem pouco eficazes na captura de espécies mais raras e menos abundantes, ou espécies com elevada mobilidade (Torre et al., 2010), o esforço de amostragem necessário, que também é muito dispendioso pelo facto das armadilhas necessitarem de ser visitadas várias vezes por dia por forma a reduzir a taxa de mortalidade dos animais capturados (Krebs et al., 2011). Esta metodologia é invasiva devido ao stress que causa aos animais capturados nomeadamente durante o período em que ficam fechados no interior da armadilha e durante o seu manuseamento (Thomas et al., 2020). Em Portugal, a captura de animais selvagens requer autorização superior por parte do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), que só é autorizada concedida após o titular comprovar que tem experiência na captura, identificação e manuseamento das espécies.

MÉTODOS INDIRETOS DE AMOSTRAGEM DE PEQUENOS MAMÍFEROS

Armadilhagem Fotográfica (*Camera trapping*)

A utilização da armadilhagem fotográfica na monitorização da fauna tem aumentado devido à redução na aquisição dos equipamentos e em detrimento das melhorias tecnológicas. A utilização desta metodologia representa uma abordagem indireta, não invasiva no estudo das populações animais ao nível do comportamento, ecologia e conservação, e são utilizados a nível mundial para estudar espécies de hábitos aquáticos, terrestres, fossoriais e arborícolas (O'Connell et al., 2011). A metodologia consiste na instalação da câmara no terreno, podendo nalguns casos ser acionadas remotamente, permitindo capturar imagens e/ou vídeos dos animais na área monitorizada (Glen et al., 2013; Kucera et al, 2011; Ortmann & Johnson, 2021). O número de publicações científicas com a utilização da fotoarmadilhagem no estudo da ecologia e conservação das espécies aumentou significativamente de 1994 a 2017 (Delisle et al., 2021). Esta técnica oferece várias vantagens, incluindo a capacidade de funcionar 24 horas por dia e por longos períodos, numa variedade de ambientes e condições climáticas (González et al, 2004). No entanto, o tempo necessário para analisar as imagens e vídeos poderá representar uma desvantagem, que nalgumas situações poderá representar a obtenção de milhares de registos, e a sua análise requer conhecimento específico e especializado, na identificação e quantificação das espécies registadas. As imagens captadas nem sempre têm a qualidade necessária para uma identificação clara das espécies, tendo em conta que existem espécies que apresentam bastantes similaridades a nível morfológico e comportamental (Thomas et al., 2020).

Indícios indiretos da presença de pequenos mamíferos

Os indícios indiretos envolvem a recolha de dejetos e pelos de pequenos mamíferos. A metodologia envolve a prospeção intensiva no habitat preferencial das espécies alvo, onde são recolhidos dejetos e pelos, que posteriormente são conservados em etanol para identificação e confirmação molecular em laboratório.

Em conjunto, estas técnicas proporcionam aos investigadores uma variedade de ferramentas para estudar as populações animais, permitindo uma compreensão mais abrangente da ecologia e da conservação da vida selvagem. No entanto, é importante reconhecer que cada técnica tem suas próprias limitações e considerações éticas e de bem-estar, e a escolha da abordagem mais adequada deve ser baseada nos objetivos específicos do estudo e nas características da espécie em questão.

ANÁLISE DE EGAGRÓPILAS DE CORUJA-DAS-TORRES

A análise em laboratório de egagrópilas de coruja-das-torres, *Tyto alba* (Scopoli 1769), é uma fonte valiosa de informação sobre a composição das populações de pequenos mamíferos numa região bioclimática. É o método mais utilizado e amplamente reconhecido a nível internacionalmente na identificação das populações

de pequenos mamíferos com base na dieta da coruja-das-torres, nomeadamente através da recolha e análise do conteúdo das suas egagrópilas (Vale-Gonçalves et al., 2014). Após a captura dos pequenos mamíferos, as corujas engolem a presa inteira (Abdullahi et al., 2019) e cerca de 10 horas após a sua ingestão, as partes não digeridas como ossos, os pelos, e algumas penas são regurgitadas sob a forma de uma massa compacta e ovoide, chamada de egagrópila (STRI - Rapinas Noturnas de Portugal., 2013).

As egagrópilas de coruja-das-torres são facilmente recolhidas nos ninhos e poisos (casas abandonadas, pontes, celeiros, torres de igrejas, pombais e soutos). Ao analisar o conteúdo dessas egagrópilas, os investigadores podem identificar as espécies de presas consumidas pelas aves (Figura 3), bem como estimar a abundância relativa dessas espécies na área de estudo (Huang et al., 2006).

Esta técnica oferece várias vantagens, incluindo a capacidade de recolher dados sobre a dieta das aves de rapina sem causar perturbação. Além disso, as regurgitações podem ser recolhidas durante períodos prolongados, permitindo a avaliação de mudanças sazonais na dieta das aves de rapina e na abundância de suas presas. No entanto, a análise de egagrópilas é trabalhosa e requer competências especializadas para identificar os crânios das presas. Apesar dessas limitações, o estudo de egagrópilas continua a ser uma ferramenta importante para entender as interações entre algumas aves de rapina e as suas presas, bem como, para monitorizar a integridade e a diversidade das comunidades de pequenos mamíferos e aves nos ecossistemas terrestres (Heisler et al., 2016). A sua integração com outras técnicas e metodologias contribuem para uma melhor compreensão acerca da ecologia e dinâmica das populações em ambientes naturais.

Formação e composição das egagrópilas

O sistema digestivo da coruja é composto por duas estruturas fundamentais na digestão das presas e formação da egagrópila, o proventrículo e o ventrículo. A digestão da presa ocorre no proventrículo, onde são produzidas enzimas, ácidos e muco. Posteriormente, todas as estruturas não digeríveis das presas consumidas, como osso, pelo, penas e outras partes, seguem para o ventrículo, estrutura altamente musculada e desprovida de glândulas digestivas, que atua como um filtro, retendo todas estas estruturas, formando a egagrópila (Figura 3). O pH do proventrículo da coruja-das-torres é mais elevado comparativamente com o de outras aves de rapina, o que resulta numa baixa taxa de digestão dos ossos, preservando assim as estruturas ósseas das presas capturadas (Smith et al., 1972).

Após o período de digestão, as corujas regurgitam as egagrópilas pela cavidade bucal, e a mesma egagrópila pode conter os restos ósseos de uma ou várias presas, fornecendo assim informações sobre o número e diversidade de presas capturadas.

Em suma, o estudo da formação e composição da egagrópila fornece uma visão única sobre o comportamento alimentar da ave de rapina, além de representar uma ferramenta valiosa na investigação em ecologia das populações de pequenos mamíferos e conservação da biodiversidade.

Pequenos mamíferos e a sua presença na dieta de *T. alba*

Na Europa, existem três famílias no grupo dos pequenos mamíferos com elevada representatividade na dieta alimentar da coruja-das-torres: os microtídeos (Microtidae), os musaranhos (Soricidae) e os ratos (Muridae). O seu número e distribuição varia conforme a região geográfica.

Em Portugal ocorrem 24 espécies de pequenos mamíferos, nove da Ordem Soricomorpha (insetívoros) e 15 da Ordem Rodentia (roedores) (Mathias et al,2023). No norte de Portugal, as populações são constituídas por seis espécies da Ordem Soricomorpha (insetívoros) e 11 da Ordem Rodentia (roedores) (Tabela 1).

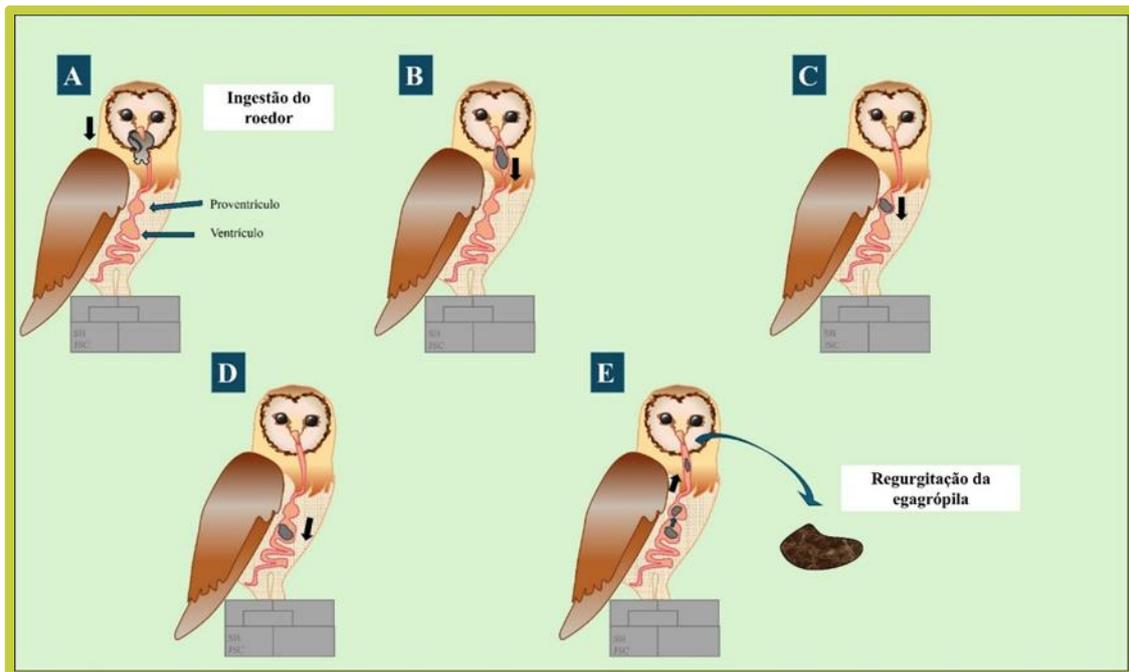


FIGURA 3: Representação do processo digestivo das presas capturadas pela coruja-das-torres (*Tyto alba*), nomeadamente a ingestão da presa, formação da egagrófila e regurgitação (Autoria de Sofia Bettencourt e Prof. João Soares Carrola).

A compreensão da distribuição dos pequenos mamíferos em Portugal representou um desafio significativo ao longo dos anos devido à ausência de um atlas nacional dedicado a estas espécies (Vale-Gonçalves et al, 2014). No entanto, um marco importante foi alcançado em 2017 com o lançamento da primeira edição do Atlas de Mamíferos de Portugal (Bencatel et al., 2017) e mais recentemente, em 2023 com a nova edição do Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental (Mathias et al., 2023). Esta obra representou um esforço colaborativo de cientistas e especialistas, fornecendo uma visão abrangente e atualizada acerca da distribuição e estatutos de conservação das espécies de pequenos mamíferos que ocorrem a nível nacional e em particular no norte de Portugal (Tabela 1).

O clima, a vegetação e as presas disponíveis constituem os principais fatores que influenciam a dieta desta ave de rapina. A dieta da coruja-das-torres varia conforme as condições locais, sendo mais complexa em áreas irrigadas de baixa altitude. No entanto, o contexto atual associado às mudanças climáticas e eventos extremos leva a oscilações consideráveis das suas presas, o que pode ter grande impacto na dinâmica das populações de coruja-das-torres (Coulthard et al, 2022; Hyde et al, 2017; Stefke et al, 2020). Esta interação

entre os pequenos mamíferos e a dieta da coruja-das-torres destaca a complexidade das relações ecológicas numa paisagem heterogénea.

TABELA I: Espécies de pequenos mamíferos presentes no norte de Portugal. Estatutos de conservação: EN (Em perigo), VU (vulnerável), NT (Quase ameaçado), LC (Pouco preocupante), DD (Informação insuficiente). Dados retirados de Bencatel et al. (2017), Vale-Gonçalves et al. (2014) e de Mathias et al. (2023).

Ordem	Nome comum	Nome científico	Estatuto de conservação
Soricomorpha	Musaranho-anão-de-dentes-vermelhos	<i>Sorex minutus</i>	EN
	Musaranho-de-dentes-vermelhos	<i>Sorex granarius</i>	VU
	Musaranho-de-dentes-brancos-pequeno	<i>Crocidura suaveolens</i>	EN
	Musaranho-de-dentes-brancos	<i>Crocidura russula</i>	LC
	Musaranho-de-água	<i>Neomys anomalus</i>	VU
	Musaranho-anão-de-dentes-brancos	<i>Suncus etruscus</i>	-
	Toupeira	<i>Talpa occidentalis</i>	LC
	Toupeira-de-água	<i>Galemys pyrenaicus</i>	VU
Rodentia	Leirão	<i>Eliomys quercinus</i>	NT
	Rata-de-água	<i>Arvicola sapidus</i>	VU
	Rato-cego	<i>Microtus lusitanicus</i>	LC
	Rato-dos-prados	<i>Microtus arvalis</i>	DD
	Rato-de-Cabrera	<i>Microtus cabrerae</i>	VU
	Rato-do-campo-lusitano	<i>Microtus rozianus</i>	-
	Rato-do-campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>	LC
	Rato-preto	<i>Rattus rattus</i>	NA
	Ratazana	<i>Rattus norvegicus</i>	NA
	Rato-caseiro	<i>Mus musculus</i>	LC
	Rato-das-hortas	<i>Mus spretus</i>	LC
Chiroptera	Morcegos	<i>Rhinolophus sp</i>	?
		<i>Myotis sp</i>	
		<i>Pipistrellus sp</i>	

Utilização das egagrópilas na identificação de pequenos mamíferos

As egagrópilas regurgitadas por aves de rapina, como a coruja-das-torres, representam uma fonte rica de informações sobre a dieta e a comunidade de presas presentes num determinado habitat. Este segmento discute a utilização das egagrópilas na identificação de pequenos mamíferos, destacando sua importância na investigação em ecologia ecológica relativas por exemplo ao estudo do estado das populações de pequenos mamíferos numa determinada área geográfica.

Os componentes das egagrópilas podem incluir crânios, mandíbulas e até ossos mais delicados de presas consumidas pelas aves de rapina. Esses restos ósseos proporcionam aos investigadores uma oportunidade única de estudar a diversidade e a abundância de pequenos mamíferos numa área específica (Avenant,

2005). A dentição de uma determinada espécie consegue dar muita informação sobre o tipo de alimentação. Um pequeno mamífero carnívoro tem uma dentição completamente diferente dos mamíferos herbívoros, apresentando uma fórmula dentária diferente (I:C:P:M). A ordem Rodentia, ou mais conhecida como os roedores, são pequenos mamíferos que possuem olhos pequenos, cauda e orelhas curtas. A dentição destes é incompleta, possuindo diastema (espaço sem dentes), 1 par de incisivos e, dependendo da espécie 2 a 4 pares de molares (Sachdev et al, 2020). Os pequenos mamíferos insetívoros por si possuem um crânio mais pequeno e dentição completa, com dentes mais afiados.

A variedade de presas presentes em egagrópilas está relacionada com o tamanho e comportamento das espécies de aves de rapina. Dependendo desses fatores, as aves podem ter acesso a diferentes presas em um determinado espectro, refletindo as adaptações ecológicas das aves predadoras e a diversidade de pequenos mamíferos no seu ambiente.

Um estudo realizado por Taylor (2003) analisou 52 estudos sobre a composição das egagrópilas de corujas-das-torres, confirmando que os pequenos mamíferos são de facto parte relevante da dieta da coruja-das-torres. Em 74% a 100% das regurgitações analisadas, foram encontrados pequenos mamíferos, evidenciando a importância desses animais na dieta dessas aves predadoras. Além disso, em 79% dos estudos, os pequenos mamíferos representaram 90% das presas identificadas, destacando a sua contribuição significativa para a alimentação das corujas-das-torres numa variedade de habitats.

A análise das egagrópilas oferece uma abordagem eficaz e não invasiva no estudo da dieta e ecologia das aves de rapina, enquanto fornece informações valiosas sobre a comunidade de pequenos mamíferos presentes num determinado ambiente. Esta técnica representa uma ferramenta essencial na investigação e conservação da biodiversidade em ecossistemas terrestres.

Esta metodologia apresenta muitas vantagens, destacamos por exemplo a facilidade no acesso a material genético de várias espécies e indivíduos (Miller-Brown, 2022), permitindo estudos detalhados sobre a diversidade genética e estrutura populacional das espécies. Além disso, ao analisar as egagrópilas encontradas em diferentes áreas, os investigadores podem mapear a distribuição geográfica das presas, oferecendo conhecimento sobre a ecologia local e os padrões de interação entre espécies. Outro benefício significativo é que as egagrópilas não são seletivas em relação às presas consumidas, uma vez que a coruja-das-torres é um predador oportunista, o que significa que podem oferecer uma visão abrangente da comunidade de presas disponíveis numa determinada área (Tores et al., 2005). Isso é especialmente útil para estimar a abundância relativa de diferentes espécies de presas, fornecendo informações importantes para entender as relações tróficas e o funcionamento dos ecossistemas.

No entanto, o uso de egagrópilas também apresenta algumas limitações, nomeadamente a seleção das presas pela coruja-das-torres, que consomem maioritariamente presas de tamanho pequeno a médio, que conseguem engolir inteiras. Isso significa que esta técnica fornece uma visão incompleta da comunidade de pequenos mamíferos, principalmente no que concerne às espécies de maior porte (Andrade et al., 2016). Essa limitação pode distorcer as estimativas de abundância e diversidade, especialmente em ecossistemas onde espécies de maior porte desempenham um papel importante na estrutura e na dinâmica do ecossistema.

DETALHES METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE EGAGRÓPILAS

Trabalho de campo

A recolha das egagrópilas é realizada no ninho ou no poiso da coruja-das-torres. Na seleção das egagrópilas, optam-se sempre por aquelas que apresentam uma coloração negra e brilhante, que são as mais frescas e, portanto, representam a diversidade de pequenos mamíferos no momento da recolha. Posteriormente, devem ser congeladas, de forma a eliminar as larvas de traças que se alimentam do conteúdo biológico da egagrópila.

Trabalho de laboratório

No laboratório, as egagrópilas são individualmente colocadas num copo de plástico, onde se adiciona água de forma a amolecer o seu conteúdo, facilitando posteriormente a separação das estruturas ósseas do pelo e das penas (Huebschman et al., 2001) (Figura 4).

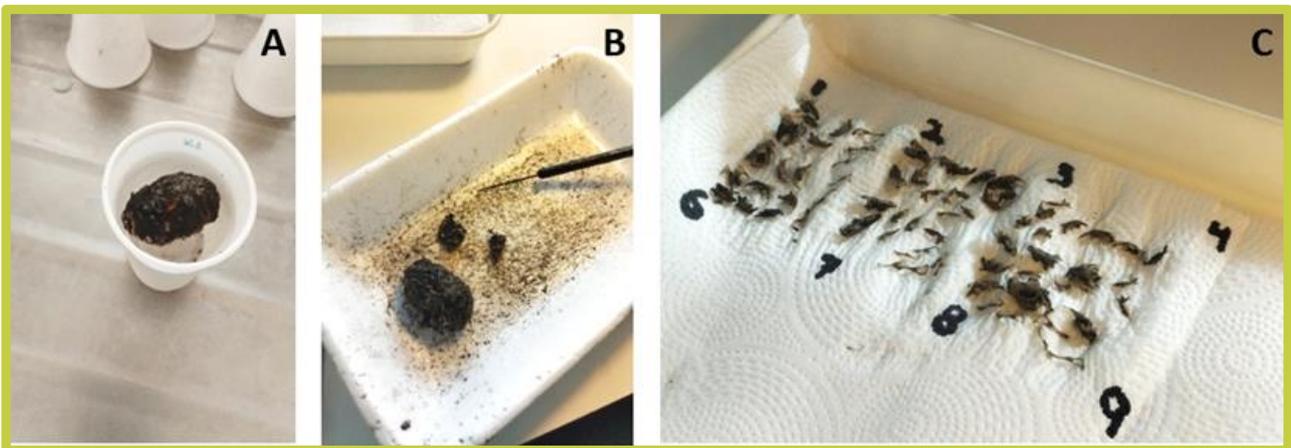


FIGURA 4: As várias etapas do processo de separação e análise do conteúdo da egagrópila: A) colocação da egagrópila no copo com água; B) separação do seu conteúdo; C) secagem ao ar livre dos crânios, mandíbulas e cinturas pélvicas dos pequenos mamíferos, devidamente separado por egagrópila, num tabuleiro.

Posteriormente, a água é retirada com a ajuda de um coador, e procede-se à separação do conteúdo da egagrópila, que deve iniciar por uma das extremidades. Durante este processo, são selecionados todos os crânios, mandíbulas e cinturas pélvicas, elementos-chave na identificação da espécie e do sexo (Figura 4C).

Após a separação, o material selecionado é transferido para num novo recipiente com água limpa, e com a ajuda de um pincel procede-se à remoção de qualquer resíduo orgânico (terra ou pelo) das estruturas ósseas, antes de serem cuidadosamente dispostas a secar num tabuleiro forrado com papel absorvente (Figura 5). No tabuleiro, o conteúdo presente em cada egagrópila é devidamente organizado e enumerado.

O esquema da Figura 6 representa todo o processo de uma forma simplificada, que vai desde o amolecimento da massa da egagrópila, até á identificação das estruturas ósseas dos pequenos mamíferos presentes.



FIGURA 5: Crânios, mandíbulas e cinturas pélvicas dos pequenos mamíferos presentes nas 26 egagrópilas analisadas de coruja-das-torres (Autora: Sofia Bettécourt).

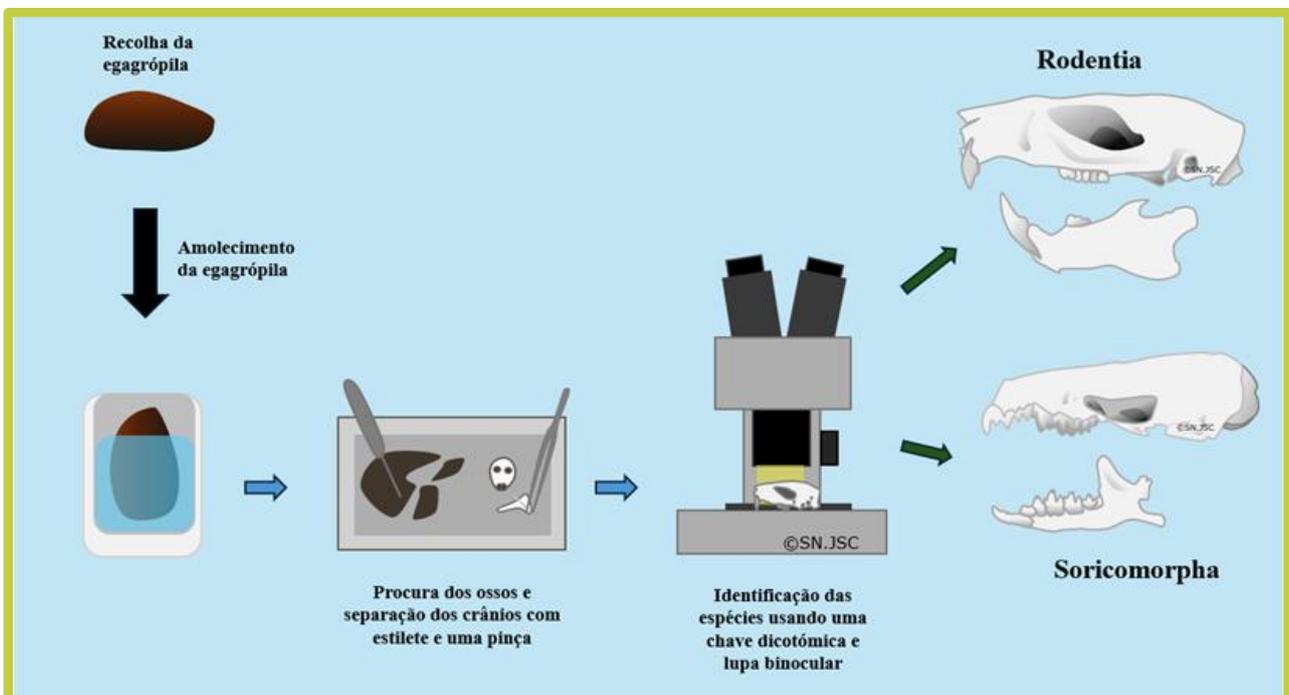


FIGURA 6: Ilustração de todo o processo de separação, análise e identificação das espécies de pequenos mamíferos presentes nas egagrópilas de coruja-das-torres em laboratório (Autoria de Sofia Bettencourt e Prof. João Carrola).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos objetivos, existem várias metodologias para estudar as populações de pequenos mamíferos numa determinada região. Os métodos diretos envolvem a captura de animais vivos e são evasivos pois causam stress ao animal capturado, e as metodologias indiretas, como a fotoarmadilhagem, a recolha de indícios de presença ou a análise de egagrópilas de coruja-das-torres, são métodos não invasivos e os mais utilizados atualmente, pela informação que permitem obter e o custo e tempo associado.

A coruja-das-torres alimenta-se essencialmente de pequenos mamíferos de reduzida dimensão. As egagrópilas resultam da formação de todas as estruturas que não foram digeridas, como os ossos, os crânios, as mandíbulas, o pelo, as penas e exoesqueletos de invertebrados.

A identificação das espécies de pequenos mamíferos é efetuada através de uma lupa binocular, e com a ajuda de chaves de identificação, é possível identificar a espécie a qual pertencem os crânios e mandíbulas.

Este método é amplamente reconhecido e utilizado para caracterizar flutuações nas populações de pequenos mamíferos, mesmo ao nível das espécies menos ubíquas e raras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.A, U., & S.M, A. (2019). Gross Morphology and Morphometric Studies of Digestive Tract of Barn Owl (*Tyto alba*). *Animal Review*, 6(1), 1–4. <https://doi.org/10.18488/journal.ar.2019.61.1.4>
- Al Sayegh Petkovšek, S., Kopušar, N., & Kryštufek, B. (2014). Small mammals as biomonitors of metal pollution: A case study in Slovenia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(7), 4261–4274. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3696-7>
- Andrade, A., de Menezes, J. F. S., & Monjeau, A. (2016). Are owl pellets good estimators of prey abundance? *Journal of King Saud University - Science*, 28(3), 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.10.007>
- Avenant, N. L. (2005). Barn owl pellets: A useful tool for monitoring small mammal communities? *Belgian Journal of Zoology*, 135(SUPPL.1), 39–43.
- Bae, A., & Peña, J. L. (2024). Barn owls specialized sound-driven behavior: Lessons in optimal processing and coding by the auditory system. *Hearing Research*, 443(January). <https://doi.org/10.1016/j.heares.2024.108952>
- Barão, I., Queirós, J., Vale-Gonçalves, H., Paupério, J., & Pita, R. (2022). Landscape Characteristics Affecting Small Mammal Occurrence in Heterogeneous Olive Grove Agro-Ecosystems. *Conservation*, 2(1), 51-67. <https://doi.org/10.3390/conservation2010005>
- Bencatel, J., Álvares, F., Moura, A. E., & Barbosa, A. M. (2017). *Atlas de mamíferos de Portugal*.
- Coulthard, S. (2022). *The Book of the Barn Owl*. Bloomsbury Publishing.
- Delisle, Z. J., Flaherty, E. A., Nobbe, M. R., Wzientek, C. M., & Swihart, R. K. (2021). Next-Generation Camera Trapping: Systematic Review of Historic Trends Suggests Keys to Expanded Research Applications in Ecology and Conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9(February), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.617996>
- Dunning, J. B., Danielson, B. J., & Pulliam, H. R. (1992). Ecological populations affect processes that in complex landscapes. *Nordic Society Oikos*, 65(1), 169–175.
- Freeman, E. D., Sharp, T. R., Larsen, R. T., Knight, R. N., Slater, S. J., & McMillan, B. R. (2014). Negative effects of an exotic grass invasion on small-mammal communities. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108843>
- Galantinho, A., Eufrazio, S., Silva, C., Carvalho, F., Alpizar-Jara, R., & Mira, A. (2017). Road effects on demographic traits of small mammal populations. *European Journal of Wildlife Research*, 63(1). <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1076-7>
- Glen, A. S., Cockburn, S., Nichols, M., Ekanayake, J., & Warburton, B. (2013). Optimising Camera Traps for Monitoring Small Mammals. *PLoS ONE*, 8(6), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067940>
- González-Esteban, J., Villate, I., & Irizar, I. (2004). Assessing camera traps for surveying the European mink, *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761), distribution. *European Journal of Wildlife Research*, 50, 33–36.
- Gracanin, A., Minchinton, T. E., & Mikac, K. M. (2022). Estimating the density of small mammals using the selfie trap is an effective camera trapping method. *Mammal Research*, 67(4), 467–482. <https://doi.org/10.1007/s13364-022-00643-5>
- Grothe, B. (2018). How the Barn Owl Computes Auditory Space. *Trends in Neurosciences*, 41(3), 115–117. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.01.004>
- Guillera-Aroita, G. (2017). Modelling of species distributions, range dynamics and communities under imperfect detection: advances, challenges and opportunities. *Ecography*, 40(2), 281–295. <https://doi.org/10.1111/ecog.02445>
- Harkins, K. M., Keinath, D., & Ben-David, M. (2019). It's a trap: Optimizing detection of rare small mammals. *PLoS ONE*, 14(3), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213201>
- Heisler, L. M., Somers, C. M., & Poulin, R. G. (2016). Owl pellets: A more effective alternative to conventional trapping for broad-scale studies of small mammal communities. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(1), 96–103. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12454>

- Hopkins, J., Santos-Elizondo, G. M., & Villablanca, F. (2024). Detecting and monitoring rodents using camera traps and machine learning versus live trapping for occupancy modeling. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12(May), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1359201>
- Huang, K. Y., Lin, Y. S., & Severinghaus, L. L. (2006). Comparison of three common methods for studying the diet of nestlings in two *Accipiter* species. *Zoological Studies*, 45(2), 234–243.
- Hyde, N., & Matthews, K. (2017). Winter mortality of barn owl (*Tyto alba*) in Northland, New Zealand. *Notornis*, 64(1), 27–30.
- Krebs, C. J., Boonstra, R., Gilbert, S., Reid, D., Kenney, A. J., & Hofer, E. J. (2011). Density estimation for small mammals from livetrapping grids: Rodents in northern Canada. *Journal of Mammalogy*, 92(5), 974–981. <https://doi.org/10.1644/10-MAMM-A-313.1>
- Krings, M., Rosskamp, L., & Wagner, H. (2018). Development of ear asymmetry in the American barn owl (*Tyto furcata pratincola*). *Zoology*, 126(December 2017), 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2017.11.010>
- Krumm, B., Klump, G., Köppl, C., & Langemann, U. (2017). Barn owls have ageless ears. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1863). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1584>
- Kucera, T. E., & Barrett, R. H. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*, January 2011, 1–271. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>
- LePiane, K., & Clark, C. J. (2020). Evidence that the dorsal velvet of barn owl wing feathers decreases rubbing sounds during flapping flight. *Integrative and Comparative Biology*, 60(5), 1068–1079. <https://doi.org/10.1093/ICB/ICAA045>
- Lettink, M., & Armstrong, D. P. (2003). Mark-recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series 28*, 28, 5–32. [http://canuck.dnr.cornell.edu/HyperNews/get/linked.html](http://canuck.dnr.cornell.edu/HyperNews/get/marked/linked.html)
- Mathias, M. L., Fonseca, C., Rodrigues, L., Grilo, C., Lopes-Fernandes, M., Palmeirim, J. M., Santos-Reis, M., Alves, P. C., Cabral, J. A., Ferreira, M., Mira, A., Eira, C., Negrões, N., Paupério, J., Pita, R., Rainho, A., Rosalino, L. M., Tapisso, J. T., J. (2023). Livro vermelho dos mamíferos de Portugal continental.
- McCallum, M. L. (2015). Vertebrate biodiversity losses point to a sixth mass extinction. *Biodiversity and Conservation*, 24(10), 2497–2519. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0940-6>
- McCleery, R., Monadjem, A., Conner, L. M., Austin, J. D., & Taylor, P. J. (2022). *Methods for ecological research on terrestrial small mammals*. JHU Press.
- Meek, W. R., Burman, P. J., Sparks, T. H., Nowakowski, M., & Burman, N. J. (2012). The use of Barn Owl *Tyto alba* pellets to assess population change in small mammals. *Bird Study*, 59(2), 166–174. <https://doi.org/10.1080/00063657.2012.656076>
- Miller-Brown, A. (2022). eDNA and Dissection Analysis of Owl Pellets: A Method Validation Study of Benamane et al. (2019).
- O’Connell, A. F., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. In *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses* (Issue January 2011). <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>
- Oliveira, A., Medinas, D., Craveiro, J., Milhinhos, C., Sabino-Marques, H., Mendes, T., Spadoni, G., Oliveira, A., Guilherme Sousa, L., Tapisso, J. T., Santos, S., Lopes-Fernandes, M., da Luz Mathias, M., Mira, A., & Pita, R. (2023). Large-scale grid-based detection in occupancy surveys of a threatened small mammal: A comparison of two non-invasive methods. *Journal for Nature Conservation*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2023.126362>
- Orlowski, J., Harmening, W., & Wagner, H. (2012). Night vision in barn owls: Visual acuity and contrast sensitivity under dark adaptation. *Journal of Vision*, 12(13), 1–8. <https://doi.org/10.1167/12.13.4>
- Ortmann, C. R., & Johnson, S. D. (2021). How reliable are motion-triggered camera traps for detecting small mammals and birds in ecological studies? *Journal of Zoology*, 313(3), 202–207. <https://doi.org/10.1111/jzo.12849>
- Palmeirim, A. F., Santos-Filho, M., & Peres, C. A. (2020). Marked decline in forest-dependent small mammals following habitat loss and fragmentation in an Amazonian deforestation frontier. *PLoS ONE*, 15(3), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230209>
- Piedrahita, P., Krings, M., Nikolay, P., Mundt, N., Quezada, G., Masaquiza Chango, E., & Wagner, H. (2021). Integrity of and damage to wings, feather vanes and serrations in barn owls. *Zoology*, 147(August 2020), 125930. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2021.125930>
- Presley, S. J., Cisneros, L. M., Klingbeil, B. T., & Willig, M. R. (2019). Landscape ecology of mammals. *Journal of Mammalogy*, 100(3), 1044–1068. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy169>
- Roulin, A. (2020). *Barn owls: evolution and ecology*. Cambridge University Press.
- Sachdev, S. S., D’Souza, Z. I., Chettiankandy, T. J., Sardar, M. A., Pakhmode, V., & D’Souza, T. (2020). Characteristic Features and Terminologies of Mammalian Dentition – A Conspectus. *International Journal of Forensic Odontology*, 5, 23–29.

- Sagar, P., Teotia, P., Sahlot, A. D., & Thakur, H. C. (2017). An analysis of silent flight of owl. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 8571–8575. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.07.204>
- Smith, C. R., & Richmond, M. E. (1972). Factors Influencing Pellet Egestion and Gastric pH in the Barn Owl. *The Wilson Bulletin*, 84(2), 179–186.
- Stefke, K., & Landler, L. (2020). Long-term monitoring of rodent and shrew communities in a biodiversity hot-spot in Austria using barn owl (*Tyto alba*) pellets. *Acta Oecologica*, 109 (December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103660>
- Stoddart, D. M. (Ed.). (2012). *Ecology of small mammals*. Springer Science & Business Media.
- STRI - Rapinas Noturnas de Portugal. (2013). <https://www.casadasciencias.org/imagen/7277>
- Taylor, I. (2003). *Barn owls: predator-prey relationships and conservation*. Cambridge University Press.
- Thomas, M. L., Baker, L., Beattie, J. R., & Baker, A. M. (2020). Determining the efficacy of camera traps, live capture traps, and detection dogs for locating cryptic small mammal species. *Ecology and Evolution*, 10(2), 1054–1068. <https://doi.org/10.1002/ece3.5972>
- Tores, M., Motro, Y., Motro, U., & Yom-Tov, Y. (2005). The barn owl - A selective opportunist predator. *Israel Journal of Zoology*, 51(4), 349–360. <https://doi.org/10.1560/7862-9E5G-RQJJ-15BE>
- Torre, I., Guixé, D., & Sort, F. (2010). Confronto di tre metodi di trappolaggio dei micromammiferi in aree coltivate della Spagna nord-orientale. *Hystrix*, 21(2), 147–155. <https://doi.org/10.4404/Hystrix-21.2-4558>
- Turner, M. G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 20, 165, 171–197. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.001131>
- Vale-Gonçalves, H. M., & Cabral, J. A. (2014). New records on the distribution of three rodent species in NE Portugal from barn owl (*Tyto alba*) diet analysis. *Galemys*, Spanish Journal of Mammalogy, 26, 100–104. <https://doi.org/10.7325/galemys.2014.n3>
- Weger, H., Weger, M., Klaas, M., & Schröder, W. (2017). Features of owl wings that promote silent flight. *Interface Focus*, 7(1). <https://doi.org/10.1098/rsfs.2016.0078>
- WOLFF, J. O. (2007). Social biology of rodents. *Integrative Zoology*, 2(4), 193–204. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2007.00062.x>