



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**Ecologia Alimentar da Gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*) e da Gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*) no Sul de Portugal**

**Filipe Eduardo Ferreira Fernandes Moniz**

**Orientador:**

Doutor José Pedro Granadeiro

**Mestrado em Biologia da Conservação**  
**Dissertação**

**Évora, 2015**

*Esta dissertação não inclui as críticas e as sugestões feitas pelo júri*



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**Ecologia Alimentar da Gaivota-de-  
audouin (*Larus audouinii*) e da  
Gaivota-de-patas-amarelas (*Larus  
michahellis*) no Sul de Portugal**

**Filipe Eduardo Ferreira Fernandes Moniz**

**Orientador:**

Doutor José Pedro Granadeiro

**Mestrado em Biologia da Conservação**  
**Dissertação**

**Évora, 2015**

*Esta dissertação não inclui as críticas e as sugestões feitas pelo júri*

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador Doutor José Pedro Granadeiro da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, por todo o apoio e pela fantástica ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao ICNF-Parque Natural da Ria Formosa, em especial ao Nuno Grade, pelo apoio logístico nas deslocações à ilha a Barreta. Um agradecimento especial aos Vigilantes da Natureza José Silvério e Carlos Capela pela boa disposição e pela imprescindível ajuda no trabalho de campo.

À Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa na pessoa do Doutor José Pedro Granadeiro da Faculdade, por ter disponibilizado um espaço para a análise das egagrópilas.

À Dra. Cristina Docal do Laboratório do MARE da Universidade de Coimbra pela análises de isótopos estáveis.

À ANIMARIS pelo apoio logístico nas deslocações até à Ilha da Barreta.

À Ana Quaresma pela ajuda no campo e apoio na organização logística.

Ao Sr. Alves pelas inesquecíveis tardes no melhor alpendre do mundo.

A todos os que colaboraram na árdua tarefa de recolha de egagrópilas.

À Ana Almeida, Hany Alonso, Maria Dias, Manuela Azevedo, António Aguera por me terem cedido bibliografia importante para este trabalho.

À Sílvia Barreiro, ao Marco Machado, à Yvonne Markle, ao Francisco Azevedo, á Neide Margarido, e a todos os meu colegas de mestrado pela amizade, pelo apoio e pelos bons momentos.

À minha família pelo apoio e por me terem incentivado a fazer este mestrado.

À Isabel em todos os momentos, pelo incentivo e pela incomensurável paciência para me aturar.

## Índice

<b>Resumo</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	3
<b>Introdução geral</b> .....	4
Gaivota-de-audouin e Gaivota-de-patas-amarelas .....	6
Estudo da dieta de aves marinhas .....	9
<b>Objetivos do estudo</b> .....	10
<b>Artigo científico</b> .....	11
Palavras-chave .....	11
Resumo .....	11
Introdução .....	12
Métodos .....	14
Área de estudo .....	14
Metodologia de campo .....	14
Recolha de egagrópilas .....	14
Recolha de sangue para análise de isótopos .....	15
Metodologia de laboratório .....	15
Análise de egagrópilas .....	15
Análise de isótopos de sangue .....	16
Análise de dados .....	16
Dados das egagrópilas .....	16
Dados de isótopos de sangue .....	18
Resultados .....	18
Egagrópilas .....	18
Isótopos estáveis .....	22
Discussão .....	22
A dieta da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas .....	23
Variação da dieta durante o período reprodutor .....	25
Competição entre as duas espécies .....	26
Agradecimentos .....	27
Bibliografia .....	27
<b>Considerações finais</b> .....	34
<b>Referências bibliográficas</b> .....	36

## Resumo

A gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*), colonizador recente em Portugal, nidifica no Algarve, Ilha da Barreta, em simpatria com a gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*), não tendo sido avaliada, até à data, a potencial competição entre ambas as espécies. Durante o período de reprodução de 2014, através de egagrópilas e amostras de sangue, recolhidas na ilha da Barreta, estudou-se a ecologia alimentar de ambas as espécies e avaliou-se a potencial competição pelos recursos alimentares. Na dieta de *L. audouinii* o peixe foi a categoria alimentar que apresentou valores mais significativos, destacando-se *Scomberesox saurus*. A *L. michahellis* apresentou uma dieta mais generalista, embora também com uma predominância de peixe, em especial de *Sardina pilchardus* e *Micromesistius poutassou*. Verificou-se uma correlação positiva na variação temporal da abundância de presas presentes na dieta das duas espécies. Apesar de existir um elevado número de presas comuns para ambas as espécies, não se verificou sobreposição nas dietas.

## **Audouin's gull (*Larus audouinii*) and Yellow-legged gull (*Larus michahellis*) feeding ecology in the South of Portugal**

### **Abstract**

Audouin's Gull (*Larus audouinii*) is a recent colonizer in Portugal that breeds in Algarve, Barreta Island, in sympatry with Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*). To date it has never been evaluated the potential competition between both species. During the breeding season of 2014, the feeding ecology of both species was studied through the analyses of pellets and blood samples collected at Barreta Island and it was evaluated the potential competition for food resources. In Audouin's Gull diet, fish was the prey item that presented higher values, especially the species *Scorpaenopsis scorpaenoides*. Yellow-legged Gull presented a more generalist diet although it also presented predominance for fish, especially *Sardina pilchardus* and *Micromesistius poutassou*. A positive correlation was found in the temporal variation in abundance of prey in the diet of both species. Although there are a great number of preys common to both species, there was no overlap in their diets.

## Introdução geral

O Homem, através das suas atividades, tem sido ao longo do tempo o principal responsável por muitas das alterações nos ecossistemas, em grande parte dos casos irreversíveis, muitas resultando em substanciais perdas de biodiversidade (MEA, 2005). Os oceanos, apesar da sua dimensão, não têm escapado a essa pressão, quer através da exploração excessiva de recursos (renováveis e não-renováveis), quer pela alteração e degradação dos habitats, assim como pela poluição. Existem diversos exemplos de colapso dos mananciais de peixe como resultado de uma combinação de sobre-exploração e alterações ambientais no entanto, em muitos casos é difícil determinar com exatidão qual dos dois fatores tenha sido mais relevante para a perda destes recursos (Furness & Camphuysen, 1997). O estudo das aves marinhas permite em certa medida colmatar algumas das dificuldades ligadas ao estudo dos vastos ecossistemas marinhos já que, como predadores de topo, este grupo de aves pode ser utilizado para monitorizar alterações nos níveis mais baixos das cadeias tróficas marinhas (Furness & Camphuysen, 1997; Parsons *et al.*, 2008).

Em comparação com outros organismos marinhos, o estudo das aves marinhas pode fornecer informação relevante sobre áreas bastante vastas e por vezes muito distantes. Estas aves possuem também um conjunto de características que fazem com que possam constituir bons indicadores do ecossistema marinho (Furness & Camphuysen, 1997; Piatt *et al.*, 2007). De facto, este grupo animal passa a maior parte das suas vidas na superfície ou a sobrevoar os oceanos, o que as torna facilmente observáveis num ambiente em que muitos outros organismos estão submersos pelo mar. Acresce que muitas espécies de aves marinhas são coloniais e reúnem-se anualmente em elevados números, em locais muito específicos, durante o período reprodutor, o que permite estimar facilmente o tamanho das suas populações e monitorizar as suas tendências demográficas. Por apresentarem uma grande mobilidade, integram este ecossistema numa vasta escala geográfica. Capturam o seu alimento, na sua maioria, no mar, pelo que os resultados dos trabalhos de investigação com este grupo de aves pode fornecer uma perspetiva única sobre os processos ecológicos, a saúde e alterações nos oceanos (Furness & Camphuysen, 1997; Piatt *et al.*, 2007; Ballance, 2008).

A costa atlântica de Portugal continental conjuntamente com os arquipélagos da Madeira e Açores constituem uma zona de transição entre as áreas oceânicas boreal, temperada e tropical, representando o limite sul das áreas de reprodução de algumas espécies de aves marinhas com uma distribuição predominantemente boreal, como a gaivota-de-asa-escura (*Larus fuscus*) e o airo (*Uria aalge*), o limite norte para espécies predominantemente tropicais e subtropicais como a alma-negra (*Bulweria bulwerii*) e o calcamar (*Pelagodroma marina*; Monteiro *et al.*, 1995) e o

limite oeste de uma espécie mediterrânea, a gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*; Snow & Perrins, 1998; BirdLife International, 2014a).

As gaivotas são um dos grupos de aves marinhas mais bem conhecidos. Com cerca de 56 espécies, a maioria das quais migradora, este grupo apresenta uma distribuição mundial bastante alargada, ocupando uma grande variedade de habitats. Apesar de algumas espécies serem muito abundantes, outras são raras e com estatuto de conservação desfavorável (Del Hoyo *et al.*, 1996).

Em Portugal ocorrem cerca de 30 espécies de gaivota (Catry *et al.*, 2010), mas destas apenas três são nidificantes, a gaivota-de-asa-escura, a gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*) e a gaivota-de-audouin, sendo esta última um colonizador recente do território nacional (Equipa Atlas, 2008). O primeiro registo histórico de nidificação da gaivota-de-audouin remonta ao séc. XIX, na ilha da Baleeira, perto de Sagres (Catry *et al.* 2010). Em 1923 William C. Tait visitou a área, com o objetivo de procurar indícios de reprodução da espécie e, através de inquéritos feitos aos pescadores locais, estes revelaram ter conhecimento da sua presença na ilha da Baleeira juntamente com a mais comum gaivota-de-patas-amarelas, mas que teria abandonado o local devido às pilhagens regulares dos ninhos. Em 1939 Coverley efetuou uma visita ao local e não conseguiu encontrar nenhuma evidência da presença da espécie (Catry *et al.*, 2010). Em 2001 foi descoberta uma pequena colónia, na Reserva Natural do Sapal de Castro Marim, com 12 casais e, em 2002, uma outra colónia nas Salinas da Santa Luzia, Tavira (Leal & Lecoq, 2005). Atualmente a gaivota-de-audouin reproduz-se unicamente na Ilha da Barreta, uma das ilhas barreira do Parque Natural da Ria Formosa (*obs. pess.*).

As gaivotas de maior porte, como a gaivota-de-patas-amarelas, são muitas vezes identificadas como elementos responsáveis por alterações em algumas comunidades, tendo um impacto negativo na tendência populacional das outras espécies que ocorrem em simpatria (Vidal *et al.*, 1998; Oro & Martínez-Abraín, 2007). Dado que a gaivota-de-audouin e a gaivota-de-patas-amarelas se reproduzem no mesmo período e em colónias adjacentes, o potencial de interação e competição entre as duas espécies é elevado (Arcos *et al.*, 2001; González-Solís, 2003).

Nas últimas décadas a gaivota-de-patas-amarelas apresentou um elevado aumento populacional, em especial na costa norte do Mediterrâneo (Thibault *et al.*, 1996; Arizaga *et al.*, 2009; Molina, 2009). Esta espécie, cuja área de distribuição se estende desde os Açores até ao mar do Aral, é um dos larídeos mais comuns e com distribuição mais alargada na Europa, cuja população europeia está estimada entre 409000 e 534000 casais reprodutores (BirdLife International, 2015). O impacto deste recente crescimento populacional sobre outras espécies de vertebrados encontra-se bem documentado, em particular no que se refere a espécies com interesse de conservação (González-Solís 2003; Oro & Martínez-Abraín, 2007).

Vários estudos referenciam o impacto negativo da gaivota-de-patas-amarelas sobre a gaivota-de-audouin (Arcos *et al.*, 2001; González-Solís, 2003; Martínez-Abraín *et al.*, 2003) em especial devido ao cleptoparasitismo sobre os adultos, durante a alimentação das crias e durante os rituais de acasalamento, assim como predação de ovos, crias e ocasionalmente adultos. No entanto, o cleptoparasitismo é mais frequente em períodos de maior escassez de alimento. De acordo com González-Solís (2003) nas ilhas Chafarinas os casos de predação por gaivota-de-patas-amarelas foram registados em indivíduos que nidificavam junto ao limite da colónia de gaivotas-de-audouin, o que sugere que este comportamento seja uma especialização de alguns indivíduos.

Muitas espécies têm desenvolvido, em maior ou menor medida, uma associação forte à atividade piscatória, aproveitando as rejeições de pesca, que incluem maioritariamente peixes abaixo da dimensão mínima de captura ou sem interesse comercial e partes rejeitadas durante processamento industrial (i.e. vísceras, cabeças e caudas). A dependência de algumas espécies por recursos provenientes das rejeições da pesca gera alguma preocupação para a sua conservação, uma vez que estas rejeições refletem práticas que constituem uma ameaça à sustentabilidade de longo prazo dos recursos pesqueiros (Furness *et al.*, 2007). Previsivelmente uma parte substancial desta fonte de alimento tenderá a diminuir no futuro, quer pela diminuição dos mananciais de peixe, quer pela introdução de medidas de minimização da quantidade de pescado rejeitado, com o intuito de aumentar a eficácia e sustentabilidade da pesca (Oro *et al.*, 1995; Furness *et al.*, 2007). Essa circunstância leva a questionar sobre a viabilidade de longo termo das populações de algumas aves marinhas, como a gaivota-de-audouin, cujo crescimento se parece dever em boa parte à dependência por este tipo de recursos (Ruiz *et al.*, 1996).

Torna-se por isso fundamental entender em que medida a gaivota-de-audouin, uma espécie com estatuto de conservação desfavorável em Portugal, se encontra atualmente dependente dos recursos provenientes da rejeição da pesca. Neste sentido, estudar a dieta desta espécie numa colónia recentemente formada, como a localizada na ilha da Barreta, pode fornecer pistas relevantes acerca da importância das rejeições pesqueiras na sua recente expansão. A comparação da sua dieta com a da sua congénere gaivota-de-patas-amarelas, a qual já ocorre nesta região à diversos anos, pode também fornecer dados interessantes neste sentido.

### **Gaivota-de-audouin e Gaivota-de-patas-amarelas**

A gaivota-de-audouin é uma ave de médio porte, mais pequena, e esguia que a gaivota-de-patas-amarelas (Figura 1). Ambas as espécies apresentam dimorfismo sexual, sendo os machos cerca de 20% maiores que as fêmeas. À semelhança de

outras espécies de gaivota, os juvenis apresentam a típica plumagem sarapintada de castanho, distinguindo-se das restantes pela mancha branca em forma de U no uropígio (Del Hoyo *et al.*, 1996; Snow & Perrins, 1998; Olsen & Larsson, 2004).



Figura 1: Gaivota-de-audouin (esquerda) e gaivota-de-patas-amarelas (direita).

Ao contrário da gaivota-de-patas-amarelas, que tem uma alimentação mais diversificada, a gaivota-de-audouin apresenta uma dieta maioritariamente à base de peixe (especialmente clupeídeos) e cefalópodes, ingerindo ocasionalmente também pequenos mamíferos, artrópodes e pequenas aves (Lambertini, 1996). Os poucos estudos realizados sobre os hábitos alimentares da gaivota de audouin sugerem ainda que o peixe capturado é, na sua maioria, proveniente das rejeições de pesca efetuadas pelas frotas pesqueiras locais, em especial de peixe sem valor comercial (Lambertini, 1996; Oro *et al.*, 1997).

A gaivota-de-audouin, assim como a gaivota-de-patas-amarelas, reproduz-se normalmente em penhascos rochosos, em pequenas ilhas e em zonas costeiras (Lambertini, 1996), onde formam colónias mono-específicas. Estas podem ser de apenas alguns indivíduos até colónias com mais de 10000 casais, como é o caso da colónia do Delta do Ebro na costa oriental Espanhola (BirdLife International, 2014a).

A distribuição da gaivota-de-audouin está confinada quase em exclusivo à bacia do Mediterrâneo, em concreto às costas de Espanha, Argélia, Grécia, Itália, França, Chipre, Croácia, Turquia, Tunísia, Marrocos e sul de Portugal (BirdLife International, 2014a; Figura 2). É bastante mais restrita que a da gaivota-de-patas-amarelas, a qual se distribui pela Europa, Médio Oriente e Norte de África (Figura 2). Ao contrário da gaivota-de-audouin que só ocorre em ambientes marinhos, a gaivota-de-patas-amarelas ocorre tanto em ambientes marinhos como em ambientes terrestres (BirdLife International, 2014b).

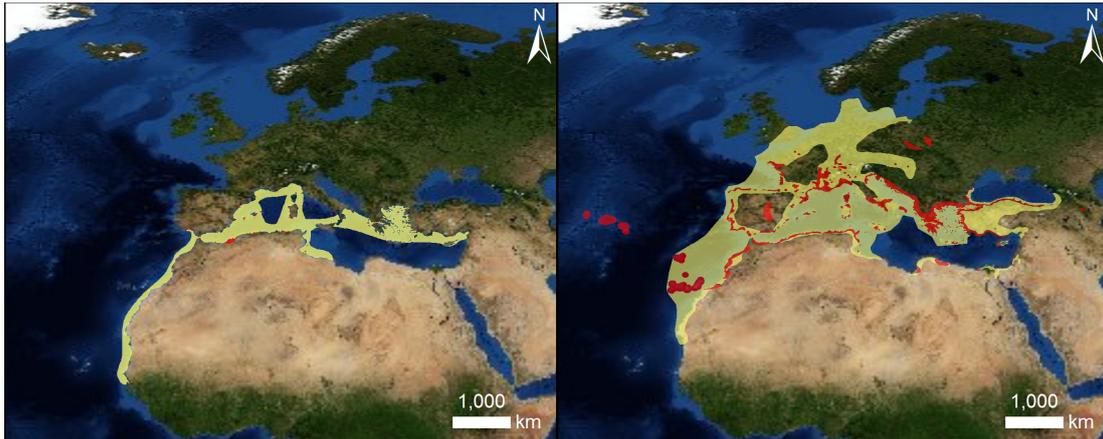


Figura 2: Área de distribuição da gaivota-de-audouin (esquerda) e gaivota-de-patas-amarelas (direita). A vermelho estão representadas as áreas de nidificação e a amarelo as áreas de ocorrência fora da reprodução (BirdLife International, 2012; 2014c).

Estima-se que a população mundial da gaivota-de-audouin seja cerca de 22000 casais (aprox. 70000 indivíduos), 90% dos quais nidificando na Europa, sendo que a colónia mais importante é a do Delta do Ebro (Espanha) com cerca de 67% dos casais. Durante o período de inverno esta espécie migra para a costa norte e oeste de África, desde a Líbia até Marrocos, Mauritânia, Gâmbia e Senegal (BirdLife International, 2012; 2014a). A população mundial de gaivota-de-patas-amarelas é atualmente desconhecida devido às recentes separações taxonómicas da espécie (BirdLife International, 2014b; 2014c). Em Portugal, apenas na ilha da Barreta (Figura 3), em 2014 a população foi estimada em cerca de 700 casais reprodutores (*obs. pess.*).

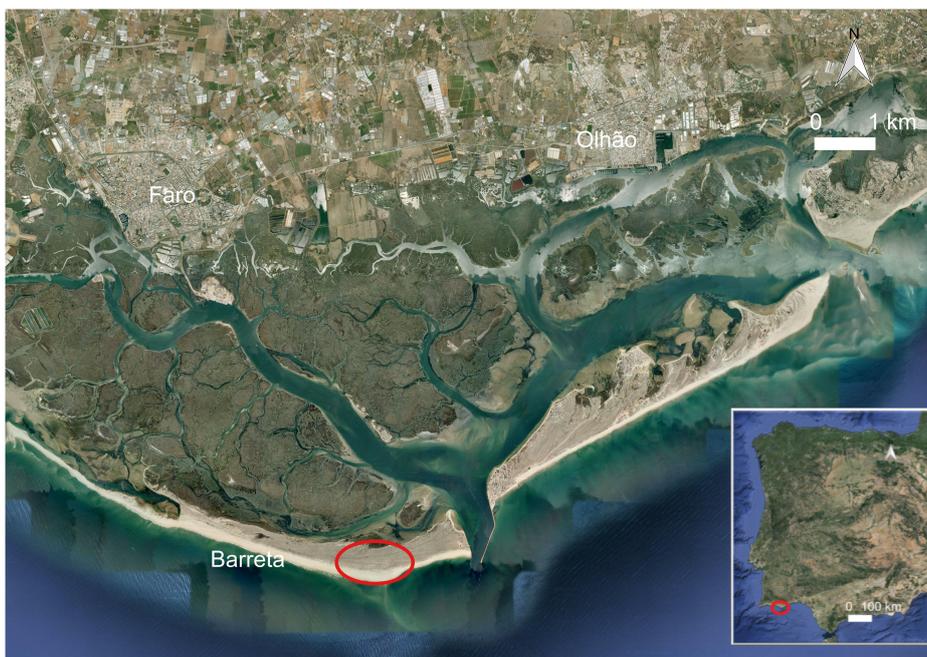


Figura 3: Ilha da Barreta e sua localização na Península Ibérica. A elipse vermelha indica a colónia de nidificação e área de estudo (Fonte: Google Earth).

Apesar de atualmente estar classificada como Vulnerável pelo Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Cabral *et al.*, 2006), nos últimos anos verificou-se um aumento da população portuguesa de gaivota-de-audouin. Em 2010 nidificavam cerca de 400 casais e em 2014 a colónia já era constituída por cerca de 900 casais, ocupando uma área de cerca de 6 ha (*obs. pess.*).

### **Estudo da dieta de aves marinhas**

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para estudar a dieta das aves marinhas. No entanto muitas destas podem apresentar alguns enviesamentos que devem ser considerados no processo de interpretação dos resultados. Dos métodos convencionais, os mais utilizados são a recolha de egagrópilas, a amostragem de conteúdos estomacais, análise de excrementos, restos de alimentos encontrados na colónia ou a observação direta (González-Solís *et al.*, 1997; Barrett *et al.*, 2007; Alonso *et al.*, 2013).

A análise de egagrópilas tem a grande vantagem de ser um método não invasivo, simples, permite a recolha de uma grande quantidade de amostras ao longo do tempo, pode fornecer informação sobre a composição e variação da dieta assim como quantidade de alimento ingerido. No entanto a recolha das egagrópilas na maioria das vezes restringe-se às áreas das colónias. Para além disso as únicas presas passíveis de serem identificadas são aquelas que contêm partes não digeríveis, mesmo estas, em especial as presas de pequenas dimensões, podem ser totalmente digeridas, tornando-se assim conveniente a utilização de métodos complementares para obter um resultado mais preciso da dieta destas aves (González-Solís *et al.*, 1997; Barrett *et al.*, 2007).

Atualmente também são usados métodos bioquímicos, como é o caso da análise de isótopos estáveis. As grandes vantagens destes métodos são o facto de permitirem uma análise mais integrada da dieta (dias/semanas), não refletindo apenas um evento de alimentação, e evitarem a subestimação de presas de fácil digestão (Barrett *et al.*, 2007). A análise dos isótopos estáveis permite também avaliar as interações tróficas e a dieta durante e fora o período de reprodução (Hobson *et al.* 1994; Bearhop *et al.* 2001). No entanto os resultados não permitem uma grande resolução taxonómica na identificação das presas e para além disso são métodos que envolvem custos elevados (González-Solís *et al.*, 1997; Barrett *et al.*, 2007).

## **Objetivos do estudo**

Apesar de em Portugal já terem sido efetuados diversos estudos sobre a dieta da gaivota-de-patas-amarelas (e.g. Fagundes, 2002; Neves *et al.*, 2006; Coelho, 2007; Catry *et al.*, 2010b; Matias & Catry, 2010; Pedro *et al.*, 2013; Ceia *et al.*, 2014; Alonso *et al.*, 2015), a dieta da gaivota-de-audouin ainda permanece desconhecida. Desta forma, este estudo tem como objetivos: *i*) caracterizar a dieta de ambas as espécies (gaivota-de-audouin e gaivota-de-patas-amarelas) durante o período reprodutor, em particular no período de incubação e no desenvolvimento das crias, com base em regurgitações colhidas regularmente nas colónias de nidificação e *ii*) comparar a dieta das duas espécies no sentido de avaliar se existe competição pelos recursos alimentares, e em que medida esta pode influenciar a evolução da colónia da gaivota-de-audouin na Ilha da Barreta.

## Artigo científico

### Ecologia Alimentar da Gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*) e da Gaivota-de-patas- amarelas (*Larus michahellis*) no Sul de Portugal

Filipe Moniz <sup>1\*</sup> e José Pedro Granadeiro <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal, <sup>2</sup> CESAM/Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa \*Autor correspondente: Filipe Moniz, E-mail: filipemoniz42@gmail.com

## Palavras-chave

Gaivota-de-audouin / Gaivota-de-patas-amarelas / Dieta / Isótopos estáveis / Ilha da Barreta / Egagrópilas

## Resumo

Portugal representa o limite oeste da distribuição da gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*), a qual é um colonizador recente no País, nidificando exclusivamente no Algarve, na Ilha da Barreta, e cuja população tem vindo a crescer nos últimos anos. A poucas centenas de metros existe também uma colónia de gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*), cujo efetivo tem também aumentado em anos recentes. Esta situação de proximidade, única no país, oferece a possibilidade de desenvolver um estudo comparativo das suas dietas e explorar eventuais interações entre elas. Durante o período de reprodução de 2014, foram recolhidas na ilha da Barreta 143 egagrópilas e 21 amostras de sangue, e através das suas análises estudou-se a ecologia alimentar de ambas as espécies e avaliou-se a potencial competição pelos recursos alimentares. Na dieta da gaivota-de-audouin o peixe foi a categoria alimentar claramente predominante, com destaque para o agulhão (*Scorpaenopsis scorpaenoides*). A gaivota-de-patas-amarelas apresentou uma dieta mais variada, embora também se tenha verificado uma predominância de peixe, em especial de sardinha (*Sardina pilchardus*) e verdinho (*Micromesistius poutassou*). Verificou-se uma correlação positiva na variação temporal da abundância de presas presentes na dieta das duas espécies, entre o período de incubação e o período de crescimento das crias, sugerindo que as suas dietas podem refletir variações na abundância (ou disponibilidade) das presas no mar. Apesar de existir um elevado

número de presas comuns para ambas as espécies, não se encontraram indícios que sugerissem uma sobreposição significativa nas dietas.

## Introdução

As aves marinhas, em comparação com outros organismos marinhos, são consideradas bons indicadores dos ecossistemas marinhos (Furness & Camphuysen, 1997; Piatt *et al.*, 2007). Embora passem a maior parte das suas vidas no mar, o facto de serem facilmente observáveis e se reunirem em colónias durante o período reprodutor, permite estimar facilmente o tamanho das suas populações e monitorizar as suas tendências demográficas. Uma vez que capturam o seu alimento, na sua maioria no mar, os estudos de dieta sobre este grupo de aves pode fornecer uma perspetiva única sobre os processos ecológicos, a saúde e alterações nos oceanos (Furness & Camphuysen, 1997; Piatt *et al.*, 2007; Ballance, 2008).

Com cerca de 56 espécies, as gaivotas são um dos grupos de aves marinhas mais estudados em todo o mundo. As gaivotas apresentam uma distribuição mundial bastante alargada, ocupando uma grande variedade de habitats. Apesar de algumas espécies de gaivota serem muito abundantes, outras são raras e com estatuto de conservação desfavorável (Del Hoyo *et al.*, 1996). Em Portugal nidificam apenas 3 espécies: a gaivota-de-asa-escura (*Larus fuscus*), a gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*) e a gaivota-de-audouin (*Larus audouinii*), sendo esta última um colonizador recente do território nacional (Equipa Atlas, 2008), e atualmente reproduz-se unicamente na Ilha da Barreta, uma das ilhas barreira do Parque Natural da Ria Formosa.

A população mundial da gaivota-de-audouin está estimada em cerca de 22000 casais (aprox. 70000 indivíduos), 90% dos quais nidificando na Europa, estando confinada quase em exclusivo à bacia do Mediterrâneo e sul de Portugal, sendo que a colónia mais importante é a do Delta do Ebro (BirdLife International, 2014a). Embora em Portugal esteja classificada como Vulnerável (Cabral *et al.*, 2006), a sua população tem crescido nos últimos anos, registando-se um aumento de 300 casais em 2009 para cerca de 900 casais em 2014 (*obs. pess.*).

Devido às recentes separações taxonómicas, a população mundial de gaivota-de-patas-amarelas é atualmente desconhecida (BirdLife International 2014b; 2014c), no entanto em Portugal, apenas na ilha da Barreta, em 2014 a população foi estimada em cerca de 700 casais reprodutores (*obs. pess.*). A distribuição desta espécie, ao contrário da sua congénere gaivota-de-audouin, é bastante alargada, estendendo-se pela Europa, Médio Oriente e Norte de África (BirdLife International, 2014b).

A gaivota-de-patas-amarelas, quando apresenta colónias com elevada densidade de ninhos, muitas vezes provoca alterações nas comunidades locais, exercendo um impacto negativo sobre as espécies de fauna e flora que ocorrem em simpatria (Vidal *et al.*, 1998; Oro & Martínez-Abraín, 2007). Dado que em alguns locais do Mediterrâneo e em Portugal a gaivota-de-audouin e a gaivota-de-patas-amarelas se reproduzem no mesmo período e em colónias adjacentes, o potencial de interação e competição entre as duas espécies é elevado (González-Solís, 2003).

As rejeições da pesca são um recurso alimentar importante para algumas espécies de gaivota (Furness *et al.*, 2007), contudo a tendência a longo prazo é que ocorra uma diminuição da sua disponibilidade (Oro *et al.*, 1995; Furness *et al.*, 2007). O facto do crescimento populacional de espécies como a gaivota-de-audouin se dever em parte à dependência por este tipo de recursos, leva a questionar sobre a viabilidade das suas populações (Ruiz *et al.*, 1996).

O estudo da ecologia trófica, das interações interespecíficas, bem como dos impactos que as aves marinhas podem causar nos ecossistemas onde ocorrem, pode ser efetuada através do estudo da dieta destes predadores de topo. Estes estudos podem ser efetuados por métodos diretos ou indiretos mas que muitas vezes requerem a utilização de metodologias complementares de forma a minimizar os enviesamentos e eventuais subestimações de presas. Entre os métodos convencionais, um dos mais utilizados baseia-se na análise de egagrópilas. Estas estruturas são relativamente fáceis de recolher sem perturbação significativa das aves e podem fornecer informação sobre a composição e variação da dieta assim como quantidade de alimento ingerido. Contudo as únicas presas passíveis de serem identificadas são aquelas que contêm partes não digeríveis, e mesmo estas, em especial as presas de pequenas dimensões, podem ser totalmente digeridas e não deixar vestígios que indiquem a sua presença (González-Solís *et al.*, 1997a; Barrett *et al.*, 2007).

A análise de isótopos estáveis (de Carbono e Azoto, principalmente) tem sido muito utilizada na última década como uma ferramenta de análise da dieta e pode ser uma eficaz metodologia complementar aos métodos mais convencionais. Este método fornece uma ideia mais integrada da dieta, dado que a prevalência de determinadas formas de C e N variam de forma relativamente conhecida com as variáveis ambientais e com a dieta da fauna em estudo (Inger & Bearhop, 2008). Deste modo, os valores isotópicos dos tecidos de um animal podem estar relacionadas com características do seu comportamento sendo também úteis para avaliar as interações tróficas e a dieta durante e fora o período de reprodução (Barrett *et al.*, 2007).

Este estudo tem como objetivos: *i*) caracterizar a dieta de ambas as espécies (gaivota-de-audouin e gaivota-de-patas-amarelas) durante o período reprodutor, em

particular no período de incubação e desenvolvimento das crias, com base em regurgitações colhidas regularmente nas colónias de nidificação e *ii*) comparar a dieta das duas espécies no sentido de avaliar se existe competição pelos recursos alimentares, e em que medida esta pode influenciar a evolução da colónia da gaivota-de-audouin na Ilha da Barreta.

## **Métodos**

### **Área de estudo**

O trabalho de campo teve lugar na ilha da Barreta (ou ilha Deserta), localizada na costa sul de Portugal, a oeste do rio Guadiana, no sotavento Algarvio (36° 57' 45''N, 7° 53' 17''W). Esta ilha está inserida no Parque Natural da Ria Formosa, e está classificada como zona húmida de importância internacional pela Convenção de Ramsar e como Sítio da Rede Natura 2000, sendo Zona Especial de Conservação Ria Formosa/Castro Marim (PTCON0013) ao abrigo da Diretiva Habitats e Zona de Proteção Especial Ria Formosa (PTZPE0017) ao abrigo da Diretiva Aves (Farinha *et al.*, 2001; ICNF, sem data).

A ilha da Barreta, com cerca de 8 quilómetros de comprimento e uma largura máxima de 700 metros, está incluída num sistema de ilhas barreira, que atualmente é constituído por duas penínsulas (do Ancão e de Cacela), que representam respetivamente os limites oeste e este deste sistema, e por cinco ilhas barreira (Barreta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas). Estas ilhas encontram-se separadas por seis barras (Ancão ou São Luís, Faro-Olhão, Armona ou Grande, Fuzeta, Tavira, e Lacem ou Cacela; Dias 1988; Ceia 2007). As ilhas e penínsulas definem um corpo lagunar, criando assim uma grande diversidade de habitats, constituído por sapais, rasos de maré, canais de maré e pequenas ilhas de carácter lodoso ou arenoso (Dias & Ferreira, 2004).

### **Metodologia de campo**

#### Recolha de egagrópilas

Entre 24 de abril e 25 de junho de 2014 foram realizadas visitas semanais à ilha da Barreta para a recolha de egagrópilas. As colónias de reprodução de cada espécie de gaivota foram visitadas alternadamente ou seja cada colónia foi visitada apenas 2 vezes por mês. As visitas foram realizadas preferencialmente durante o período da manhã, quando o calor é menos intenso, evitando assim que os ovos e crias ficassem

expostos a temperaturas muito elevadas. De forma a causar menor perturbação, as colónias foram divididas em pequenas áreas e apenas uma dessas áreas foi prospectada em cada uma das visitas, que teve uma duração máxima de 60 minutos. Foram recolhidas apenas egagrópilas frescas ou seja que tinham menos de 15 dias, tendo sido obtidas 75 egagrópilas de gaivota-de-audouin e 68 de gaivota-de-patas-amarelas. As amostras foram armazenadas em sacos de plástico individuais com fecho zip, devidamente selados e identificados com nome da espécie e data de recolha e posteriormente congeladas até ao momento de triagem no laboratório.

#### Recolha de sangue para análise de isótopos

Em Maio de 2014 foram capturados 12 indivíduos adultos de gaivota-de-audouin e 9 de gaivota-de-patas-amarelas. Para tal, durante o período de incubação foram colocadas armadilhas sobre os ninhos, construídas em rede de arame eletrosoldado, com uma malha de 2,5 por 2,5 cm, e uma dimensão aproximada de 80 cm de largura, 70 cm de altura e 80 cm de profundidade. Na Ilha da Barreta a gaivota-de-patas-amarelas nidifica 2-3 semanas antes da gaivota-de-audouin (*obs. pess.*), pelo que para comparar melhor a dieta das duas espécies, foram selecionados ninhos em estados de desenvolvimento semelhantes, para que as aves amostradas estivessem em condição semelhante. Apenas uma ave em cada casal foi amostrada, reduzindo assim o efeito da perturbação.

A cada ave foi retirada uma amostra de sangue (0,5ml da veia braquial), utilizando uma seringa descartável (de insulina) com agulha 27G. As amostras foram armazenadas em eppendorfs devidamente identificados e guardadas numa bolsa térmica de forma a evitar a sua degradação. Posteriormente as amostras foram congeladas até à preparação para a análise dos isótopos estáveis. Estas amostras podem fornecer informação sobre a dieta referente a 3-4 semanas anteriores à data da recolha (Bearhop *et al.* 2002, Pearson *et al.* 2003), pelo que neste caso irão representar a dieta referente ao período de postura e início da incubação.

### **Metodologia de laboratório**

#### Análise de egagrópilas

As amostras recolhidas foram inicialmente triadas em laboratório, com separação dos elementos identificáveis (ossos com características diagnosticantes, otólitos, restos de detritos de origem humana, etc.) dos não identificáveis (ossos não identificáveis ou excessivamente desgastados, fragmentos de rocha ou areia, entre outros). Com o auxílio de uma lupa binocular, os itens alimentares encontrados nos conteúdos de cada amostra foram identificados, até ao mais baixo nível taxonómico

possível, recorrendo a uma coleção de referência e a bibliografia disponível (Granadeiro & Silva, 2000, Tuset *et al.*, 2008). A identificação dos peixes foi baseada principalmente nas vértebras, que geralmente constituem as estruturas mais abundantes nas egagrópilas destas espécies e possuem características diagnosticantes (Granadeiro & Silva, 2000; Votier *et al.*, 2003; Barrett *et al.*, 2007; Alonso *et al.*, 2013). Outras estruturas encontradas, tais como otólitos e outras peças ósseas, também foram utilizadas para a identificação das presas. Em algumas das amostras não foi possível identificar todas as espécies de peixes presentes, pelo facto das vértebras se encontrarem muito degradadas.

### Análise de isótopos de sangue

As amostras de sangue foram secas em estufa durante 48h (a 50°C) e homogeneizadas antes da análise dos isótopos estáveis. Cerca de 0.35 mg de cada amostra foram pesados numa microbalança e posteriormente queimados numa cápsula de estanho. Para determinar a relação simultânea dos isótopos de carbono e azoto recorreu-se a um analisador de elementos Thermo Finnigan FLASH EA 1112 séries ligado em série, via um interface Finningan conflo II a um espectrómetro de massa Thermo Delta VS. As abundâncias dos isótopos estáveis de C e N foram expressas em notação  $\delta$ , como desvios aos respetivos padrões em partes por milhar (‰) de acordo com a formula:  $\delta^{13}\text{C}$  ou  $\delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{amostra}}/ R_{\text{padrão}}) - 1] \times 1000$ , onde  $R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$  ou  ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ . Os valores de R padrão foram baseados na Vienna PeeDee Belemnite (PDB) para  $\delta^{13}\text{C}$  e no azoto atmosférico ( $\text{N}_2$ ) para  $\delta^{15}\text{N}$ . Medidas replicadas dos standards laboratoriais indicam uma precisão de <0,2‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ .

### **Análise de dados**

#### Dados das egagrópilas

As amostras relativas à dieta foram agrupadas em dois períodos, coincidindo com o período de incubação e período de alimentação das crias, de ambas as espécies.

Os diferentes itens alimentares encontrados foram agrupados em sete categorias: peixes, crustáceos, cefalópodes, insetos, material vegetal, aves e lixo (inclui todo o material orgânico e inorgânico, de origem humana, tanto doméstico como comercial, incluindo ossos e conchas de bivalves). Por sua vez a categoria peixes foi subdividida em 3 grupos, de acordo com o ambiente em que cada espécie ocorre (batipelágico, demersal/bentónico e pelágico).

A dieta de ambas as espécies de gaivota foi descrita utilizando frequências de ocorrência (FO,%), expressas como o número de amostras em que cada item alimentar está presente em relação ao número total de egagrópilas analisadas. Na

fórmula usada para calcular a  $FO$ ,  $x$  representa um tipo de presa específico ou um grupo de presas,  $nx$  é o número de amostras em que  $x$  está presente e  $N$  é o número total de amostras analisadas em cada um dos períodos definidos (incubação e alimentação dos juvenis).

$$FOx = \frac{nx}{N} \times 100\%$$

Para além disso, calculou-se também a frequência numérica de cada item (FN,%), como o número de exemplares de cada táxon/grupo em relação à soma das presas identificadas para cada uma das espécies de gaivota e em cada um dos períodos definidos. Para este cálculo foram consideradas apenas as espécies de peixes, cefalópodes e crustáceos. Na fórmula usada para calcular a  $FN$ ,  $i$  representa um tipo de presa específico,  $ni$  é o número de indivíduos da espécie/grupo  $i$  e  $ntotal$  é a soma das presas identificadas.

$$FNi = \frac{ni}{ntotal} \times 100\%$$

Para determinar qual das duas espécies apresentava uma dieta mais diversificada utilizou-se o índice de diversidade de Shannon, calculado através da fórmula:

$$- \sum p_i \times \log(p_i)$$

em que  $p_i$  representa a proporção da espécie  $i$  na dieta (i.e., o número de indivíduos da espécie  $i$  dividido pelo número total de indivíduos observados).

Para verificar se a variação temporal (incubação -> crescimento das crias) da dieta das duas espécies de gaivota foi semelhante utilizou-se o Coeficiente de correlação de Spearman. Assim, para cada espécie calcularam-se as diferenças entre as frequências numéricas da fase de crescimento das crias e da fase da incubação, tendo-se depois efetuado a correlação entre os valores obtidos para cada espécie.

O índice de sobreposição de Schoener (Schoener, 1970) foi utilizado para verificar se ocorria sobreposição na dieta entre as duas espécies. Este índice é dado por:

$$IS = 1,0 - 0,5(\sum [p_{xi} - p_{yi}])$$

onde  $p_{xi}$  e  $p_{yi}$  são as frequências numéricas da presa  $i$  para as duas espécies de gaivota (aqui designadas por  $x$  e  $y$ ). De acordo com Wallace e Ramsey (1983) valores de sobreposição superiores a 0,6 devem ser considerados biologicamente significativos.

## Dados de isótopos de sangue

As médias das razões isotópicas de Azoto e Carbono obtidas nas amostras de sangue recolhidas nas duas espécies de gaivota foram comparadas com um teste t de Student, uma vez que os dados apresentaram distribuição normal.

Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R 3.1.2 (R Development Core Team, 2014)

## **Resultados**

### **Egagrópilas**

Durante o período reprodutor (Abril a Junho de 2014) foram recolhidas e analisadas 143 egagrópilas das quais 75 foram de gaivota-de-audouini e 68 de gaivota-de-patas-amarelas. Na dieta da gaivota-de-audouin foram encontradas apenas 4 categorias alimentares, com particular destaque para a categoria peixes, com uma FO de 100%. A espécie de peixe mais consumida foi *Scomberesox saurus* (FO= 54,7%), seguida de *Sardina pilchardus* e *Diplodus sp.* (Tabela 1). Verificou-se que no período de desenvolvimento das crias foram encontrados apenas moluscos e peixe. De destacar que a gaivota-de-audouin não apresenta lixo na sua dieta (Tabela 1).

A gaivota-de-patas-amarelas apresenta uma dieta mais generalista. De facto foram registadas 7 categorias alimentares, embora se observe uma predominância de peixe (FO= 86,8%), material vegetal (FO= 22,1%) e lixo (FO= 14,7%). As espécies de peixe mais consumidas foram *Sardina pilchardus* (FO= 17,6%) e *Micromesistius poutassou* (Tabela 1). Nota-se contudo uma maior prevalência de lixo no período de incubação (FO= 22,7%) em relação ao período de alimentação das crias (FO= 10,9%; Tabela 1).

Em ambas as espécies de gaivota o consumo de peixe aumenta do período de incubação para o período de alimentação de crias, embora este aumento tenha sido mais acentuado para a gaivota-de-patas-amarelas (Tabela 2). No entanto é de salientar a importância de *Polybius henslowii* na dieta desta última, especialmente durante o período de incubação (FO= 18,2%, FN= 42,5%).

Na dieta de gaivota-de-audouin os peixes pelágicos (FN= 62,8%) são mais abundantes que os demersal/bentónicos (FN= 25,0%), tendo havido um aumento de peixes pelágicos do período de incubação para o período de alimentação de crias e uma diminuição de demersal/bentónicos em igual período. Na dieta da gaivota-de-patas-amarelas não há uma grande diferença nos dois grupos de peixes

anteriormente referidos (FN= 33,3% e FN= 37,3% respectivamente; Tabela 2). É de referir também que os peixes batipelágicos e pelágicos têm uma maior relevância na dieta da gaivota-de-audouin do que na gaivota-de-patas-amarelas.

**Tabela 1** – Dieta da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas na Ilha da Barreta, durante os períodos de incubação e crescimento das crias. Os valores apresentados correspondem à frequência de ocorrência (%) de cada categoria alimentar em relação ao total de amostras recolhidas (número total de amostras entre parênteses)

Nº total egagrópilas	Gaivota-de-audouin			Gaivota-de-patas-amarelas		
	Incubação (30)	Crias (45)	Total (75)	Incubação (22)	Crias (46)	Total (68)
<b>Peixes</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>77,3</b>	<b>91,3</b>	<b>86,8</b>
<b>Batipelágico</b>						
<i>Myctophum sp</i>	10,0	2,2	5,3		4,3	2,9
<b>Demersal/Bentónico</b>						
<i>Argyrosomus regius</i>					2,2	1,5
<i>Boops boops</i>	3,3	6,7	5,3	9,1	4,3	5,9
<i>Chelon labrosus</i>				4,5	2,2	2,9
<i>Conger conger</i>				4,5	2,2	2,9
<i>Diplodus bellottii</i>	3,3	2,2	2,7		2,2	1,5
<i>Diplodus sp</i>	26,7	6,7	14,7	9,1	6,5	7,4
<i>Diplodus sargus</i>	3,3	2,2	2,7		6,5	4,4
<i>Diplodus vulgaris</i>					2,2	1,5
<i>Halobatrachus didactylus</i>				4,5		1,5
<i>Lithognathus mormyrus</i>					2,2	1,5
<i>Merluccius merluccius</i>	3,3		1,3	13,6	4,3	7,4
<i>Micromesistius poutassou</i>		6,7	4,0	4,5	17,4	13,2
<i>Scorpaena sp</i>					4,3	2,9
<i>Serranus cabrilla</i>	6,7	6,7	6,7		4,3	2,9
<i>Trachurus picturatus</i>		2,2	1,3	4,5	8,7	7,4
<b>Pelágico</b>						
<i>Atherina presbyter</i>		2,2	1,3			
<i>Belone belone</i>	13,3	4,4	8,0		2,2	1,5
<i>Liza aurata</i>					2,2	1,5
<i>Sardina pilchardus</i>	13,3	22,2	18,7	13,6	19,6	17,6
<i>Scomber colias</i>	10,0	4,4	6,7	18,2	8,7	11,8
<i>Scomber sp</i>		2,2	1,3	4,5		1,5
<i>Scomberesox saurus</i>	46,7	60,0	54,7		10,9	7,4
<i>Trachurus sp</i>		2,2	1,3		13,0	8,8
<i>Trachurus trachurus</i>				9,1	2,2	4,4
<b>Peixes não identificados</b>	20,0	22,2	21,3	18,2	30,4	26,5
<b>Crustáceos</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,0</b>	<b>18,2</b>	<b>8,7</b>	<b>11,8</b>
<i>Polybius henslowii</i>	10,0		4,0	18,2	8,7	11,8
<b>Moluscos</b>	<b>10,0</b>	<b>2,2</b>	<b>5,3</b>	<b>4,5</b>	<b>6,5</b>	<b>5,9</b>
Cefalópodes	10,0	2,2	5,3	4,5	6,5	5,9

Nº total egagrópilas	Gaivota-de-audouin			Gaivota-de-patas-amarelas		
	Incubação (30)	Crias (45)	Total (75)	Incubação (22)	Crias (46)	Total (68)
<b>Insectos</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,0</b>	<b>9,1</b>	<b>13,0</b>	<b>11,8</b>
Insecto	10,0		4,0	9,1	13,0	11,8
<b>Aves</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,5</b>		<b>1,5</b>
Passeriforme				4,5		1,5
<b>Material Vegetal</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>18,2</b>	<b>23,9</b>	<b>22,1</b>
Material vegetal				18,2	23,9	22,1
<b>Lixo</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>22,7</b>	<b>10,9</b>	<b>14,7</b>
Conchas				13,6		4,4
Ossos				22,7	6,5	11,8
Vidro				9,1	4,3	5,9
Toalhitas				4,5	8,7	7,4
Plástico				9,1	6,5	7,4
Caroço azeitona				4,5		1,5
Guardanapo				4,5		1,5
Casca laranja				4,5		1,5
Papel				4,5	2,2	2,9
Carvão				4,5		1,5

Apesar do peixe ter uma maior frequência de ocorrência na dieta de gaivota-de-audouin, a dieta da gaivota-de-patas-amarelas apresenta um maior número de espécies capturadas (respetivamente 18 e 26 espécies de presas). Estas diferenças refletem-se nos valores do índice de diversidade de Shanon (2.19 para a gaivota-de-audouin e 2.85 para a gaivota-de-patas-amarelas).

Verificou-se também que existe uma correlação positiva na variação temporal da abundância de presas presentes na dieta das duas espécies, entre o período de incubação e o período de crescimento das crias (correlação de Spearman  $\rho=0.60$ ,  $n=17$ ,  $P=0.011$ ). Por outras palavras, os aumentos ou diminuições das presas na dieta entre os dois períodos de estudo ocorrem de forma semelhante nas duas espécies de gaivota.

Apesar de existir um grande número de presas comuns para as duas espécies de gaivota, o valor obtido para o índice de Schoner ( $IS=0,45$ ) sugere que não há uma sobreposição significativa nas suas dietas.

**Tabela 2-** Dieta da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas na Ilha da Barreta, durante os períodos de incubação e crescimento das crias. Os valores apresentados correspondem à frequência numérica (%) de cada item alimentar em relação ao total de itens encontrados (para esta análise foram apenas consideradas as categorias peixes, crustáceos e moluscos).

Nº total presas	Gaivota-de-audouin			Gaivota-de-patas-amarelas		
	Incubação	Crias	Total	Incubação	Crias	Total
	(65)	(91)	(156)	(40)	(86)	(126)
<b>Peixes</b>	<b>90,8</b>	<b>98,9</b>	<b>95,5</b>	<b>55,0</b>	<b>80,2</b>	<b>72,2</b>
<b>Batipelágico</b>	<b>10,8</b>	<b>5,5</b>	<b>7,7</b>		<b>2,3</b>	<b>1,6</b>
<i>Myctophum sp</i>	10,8	5,5	7,7		2,3	1,6
<b>Demersal/Bentónico</b>	<b>27,7</b>	<b>23,1</b>	<b>25,0</b>	<b>30,0</b>	<b>40,7</b>	<b>37,3</b>
<i>Argyrosomus regius</i>					1,2	0,8
<i>Boops boops</i>	3,1	4,4	3,8	5,0	2,3	3,2
<i>Chelon labrosus</i>				2,5	1,2	1,6
<i>Conger conger</i>				2,5	1,2	1,6
<i>Diplodus bellottii</i>	1,5	1,1	1,3		2,3	1,6
<i>Diplodus sp</i>	13,8	3,3	7,7	5,0	3,5	4,0
<i>Diplodus sargus</i>	1,5	1,1	1,3		3,5	2,4
<i>Diplodus vulgaris</i>					1,2	0,8
<i>Halobatrachus didactylus</i>				2,5		0,8
<i>Lithognathus mormyrus</i>					1,2	0,8
<i>Merluccius merluccius</i>	1,5		0,6	7,5	2,3	4,0
<i>Micromesistius poutassou</i>		6,6	3,8	2,5	11,6	8,7
<i>Scorpaena sp</i>					2,3	1,6
<i>Serranus cabrilla</i>	6,2	5,5	5,8		2,3	1,6
<i>Trachurus picturatus</i>		1,1	0,6	2,5	4,7	4,0
<b>Pelágico</b>	<b>52,3</b>	<b>70,3</b>	<b>62,8</b>	<b>25,0</b>	<b>37,2</b>	<b>33,3</b>
<i>Atherina presbyter</i>		1,1	0,6			
<i>Belone belone</i>	6,2	2,2	3,8		1,2	0,8
<i>Liza aurata</i>					1,2	0,8
<i>Sardina pilchardus</i>	7,7	14,3	11,5	7,5	11,6	10,3
<i>Scomber colias</i>	4,6	2,2	3,2	10,0	4,7	6,3
<i>Scomber sp</i>		1,1	0,6	2,5		0,8
<i>Scomberesox saurus</i>	33,8	48,4	42,3		10,5	7,1
<i>Trachurus sp</i>		1,1	0,6		7,0	4,8
<i>Trachurus trachurus</i>				5,0	1,2	2,4
<b>Crustáceos</b>	<b>4,6</b>	<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	<b>42,5</b>	<b>16,3</b>	<b>24,6</b>
<i>Polybius henslowii</i>	4,6		1,9	42,5	16,3	24,6
<b>Moluscos</b>	<b>4,6</b>	<b>1,1</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>
cefalópode	4,6	1,1	2,6	2,5	3,5	3,2

## Isótopos estáveis

Em relação às análises dos isótopos estáveis das amostras de sangue, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  (Figura 1) para a gaivota-de-audouin e para a gaivota-de-patas-amarelas (respetivamente  $t_{19}=0.41$ ,  $P=0.67$  e  $t_{15}=0.28$ ,  $P=0.78$ ).

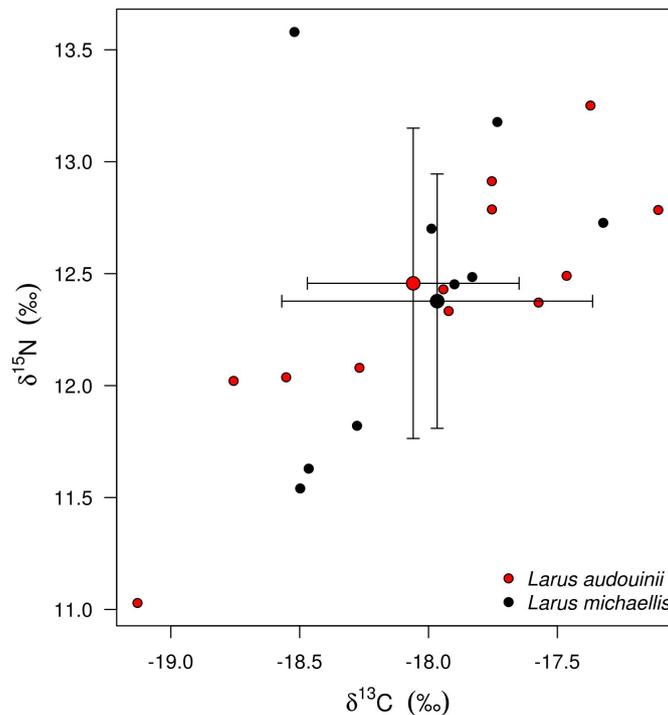


Figura 1. Relação entre os valores de isótopos estáveis de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  no sangue das gaivotas-de-audouin *Larus audouinii* e gaivota-de-patas-amarelas *L. michaellis*, referente ao período de incubação.

## Discussão

Nos estudos de aves marinhas, a utilização de otólitos para a identificação de espécies de peixe é fundamental uma vez que estas estruturas apresentam morfologia específica para cada espécie e são mais resistentes à corrosão do aparelho digestivo (Tuset *et al.*, 2008) no entanto de forma a reduzir o erro na classificação e quantificação de espécies é importante recorrer também à identificação das vértebras e outros ossos diagnosticantes (Alonso *et al.*, 2013). Foi por esta razão que durante o presente estudo todas as espécies de peixe foram identificadas com recurso aos otólitos e às vertebras, o que dá um maior grau de confiança relativamente à descrição e quantificação das presas presentes nas dietas da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas.

## A dieta da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas

Neste estudo foram encontradas diferenças nas dietas da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas, sendo que para a primeira a dieta é maioritariamente constituída por peixe, enquanto a segunda apresenta uma dieta mais generalista. A gaivota-de-audouin apresentou apenas 4 categorias alimentares, com valores significativos na categoria peixes, enquanto na dieta da gaivota-de-patas-amarelas foram registadas 7 categorias alimentares, embora também se verificasse uma predominância de peixe. Apesar do peixe ter sido importante para ambas as espécies, a gaivota-de-patas-amarelas apresentou uma maior diversidade de presas capturadas, não se tendo verificado sobreposição das dietas.

Na maioria das colónias de gaivota-de-audouin no Mediterrâneo os peixes constituem a base da alimentação desta espécie, especialmente os clupeídeos (e.g. *Sardina pilchardus*; Witt *et al.*, 1981; Ruiz *et al.*, 1996; Pedrocchi *et al.*, 2002). De acordo com Pedrocchi *et al.* (2002) a frequência de ocorrência de clupeídeos no delta do Ebro e nas ilhas Chafarinas foram respetivamente 59,3% e 58,4%. Na ilha da Barreta, apesar dos clupeídeos serem uma presa presente na sua dieta, a espécie mais capturada foi *Scomberesox saurus* (claramente identificados especialmente pelas vértebras caudais, as quais são bastantes distintas de outras espécies parecidas como o *Belone belone*). Até à data não tinha sido encontrada esta espécie na dieta da gaivota-de-audouin, no entanto espécies semelhantes e com os mesmos requisitos ecológicos já tenham sido descritas noutros estudos (e.g. *Belone belone*; Witt *et al.*, 1981).

O *Scomberesox saurus* é uma das espécies mais abundantes de peixes pelágicos de pequenas dimensões no Atlântico Norte (Dudnik *et al.*, 1981; Sauskan & Semenov, 1968 in Agüera & Brophy, 2012), e é capturado por uma grande variedade de predadores, como golfinhos, atuns assim como por outras aves marinhas tais como a cagarra (*Calonectris borealis*; Granadeiro *et al.*, 1998; Alonso *et al.*, 2012) e a andorinha-do-mar-anã (*Sterna albifrons*) nidificante na Ria Formosa (Catry *et al.*, 2009). O facto de *S. saurus* não ter grande valor comercial, faz com que na área de estudo não seja procurado pelas frotas pesqueiras (INE, 2015), nem apareçam como rejeição das pescas (Borges *et al.*, 2001; Erzini *et al.*, 2002), o que nos pode levar a sugerir que a gaivota-de-audouin captura estas espécies de peixe naturalmente em mar aberto, independentemente da atividade pesqueira, o que também pode explicar os baixos valores desta espécie na dieta da gaivota-de-patas-amarelas, uma vez que esta apresenta comportamentos mais oportunistas (Munilla, 1997a; Duhem *et al.*, 2003).

É também de destacar que foram encontrados nas egagrópilas de gaivota-de-audouin alguns exemplares de *Myctophum sp.* (claramente identificados pelos seus

otólitos). Esta espécie já foi descrita na dieta de outras aves marinhas no Atlântico Norte como *Oceanodroma leucorhoa* (Hedd *et al.*, 2009), no entanto ainda não tinha sido referido anteriormente para a dieta desta gaivota. Os mictofídeos são peixes de pequenas dimensões, oceânicos, que vivem a grande profundidade (entre os 200-1000m) e que durante a noite efetuam migrações verticais até à superfície para se alimentar (Hulley, 1998), o que pode indicar os hábitos de caça noturnos desta gaivota, os quais já tinham sido anteriormente descritos por diversos autores (e.g. Witt *et al.*, 1981; Ruiz *et al.*, 1996; Oro *et al.*, 1997).

A dieta da gaivota-de-patas-amarelas também foi constituída maioritariamente por peixe, contudo não houve preferência por nenhuma espécie. Os resultados obtidos indicam que esta gaivota apresenta uma dieta mais generalista, alimentando-se de igual forma de peixes pelágicos como demersais /bentónicos, ao contrário da sua congénere que apresentou uma clara preferência por peixes pelágicos. As espécies mais consumidas pela gaivota-de-patas-amarelas foram na sua maioria espécies bastante procuradas pelas frotas pesqueiras (e.g. *Sardina pilchardus*; *Merluccius merluccius*; *Trachurus sp.*; INE, 2015) ou espécies frequentemente encontradas nas rejeições de pesca (e.g. *Micromesistius poutassou*; *Boops boops*; Borges *et al.*, 2001; Erzini *et al.*, 2002), o que sugere alguma dependência desta gaivota pela atividade pesqueira da região. Estes resultados foram registados também nas colónias do Mediterrâneo onde ambas as espécies de gaivota apresentam uma grande dependência deste tipo de recurso (Arcos *et al.*, 2001; Gonzáles-Solís, 2003). No nosso estudo também foram encontradas na dieta da gaivota-de-audouin espécies resultantes da atividade pesqueira (e.g. *Boops boops*; *Diplodus spp*; *Serranus cabrilla*;) o que revela que este recurso também é importante para a espécie, mas não parece ser tão relevante como é para a gaivota-de-patas-amarelas.

Uma das presas encontradas na dieta de ambas as espécies de gaivota foi *Polybius henslowii*, embora com valores mais elevados para a gaivota-de-patas-amarelas. Este crustáceo é uma espécie bentónica que durante o seu ciclo de vida apresenta uma fase pelágica e durante a qual um elevado número de indivíduos emerge à superfície do mar (González-Gurriarán, 1987). *P. henslowii* já foi encontrado na dieta da gaivota-de-audouin nas Ilhas Chafarinas (Witt *et al.*, 1981) e é uma das principais presas para as populações de gaivota-de-patas-amarelas que nidificam na costa Atlântica da Península Ibérica (Munilla, 1997b; Alonso *et al.*, 2015). A presença desta espécie na dieta de ambas as gaivotas indica que as mesmas consumiram uma presa que embora apareça de forma imprevisível, quando está presente é abundante e acessível (Pons, 1994).

Para além do peixe e dos crustáceos foram encontrados outros itens alimentares relevantes para a dieta da gaivota-de-patas-amarelas, dos quais se destaca o material vegetal que apresentou o segundo maior valor de FO. O material vegetal

estava incluído no interior das egagrópilas e por isso pode-se excluir com toda a certeza a hipótese de uma “contaminação” após a regurgitação. Outros estudos referem a presença de material vegetal na dieta desta espécie de gaivota, no entanto com valores de FO mais reduzidos (González-Solís *et al.*, 1997b; Alonso *et al.*, 2015). A elevada frequência de ocorrência de material vegetal encontrado nas regurgitações é difícil de explicar, pois este tipo de alimento pode ser ingerido acidentalmente com outros alimentos ou pode ser consumido deliberadamente. Segundo Nogales *et al.* (1995) o material vegetal (e.g. ervas) ajuda à formação das egagrópilas e a eliminar os elementos não digeríveis, como carapaças e patas de insetos que podem irritar proventrículo. Nas amostras do nosso estudo, o material vegetal estava sempre associado a outros tipos de alimento tais como peixe, insetos e lixo.

Segundo Munilla (1997a) e Duhem *et al.* (2003) a dieta da gaivota-de-patas-amarelas reflete e inclui os recursos de fácil acesso e que se encontram em maior abundância. Embora diversos estudos indiquem que o lixo seja um dos itens alimentares encontrados com maior frequência na dieta desta espécie (Ramos *et al.*, 2009; Alonso *et al.*, 2015), e que nas colónias do Mediterrâneo a ocorrência de lixo na dieta da gaivota-de-audoiu está normalmente associado a períodos de escassez de alimento (González-Solís *et al.*, 1997b; Gutiérrez & Guinart, 2008), o facto de no presente estudo não ter sido encontrado lixo na dieta da gaivota-de-audouin e os valores encontrados na dieta da gaivota-de-patas-amarelas serem pouco significativos, leva-nos a sugerir que durante o ano de 2014 no Sul de Portugal existia uma grande disponibilidade de peixe e crustáceos, pelo que não havia necessidade destas espécies procurarem outras fontes de alimento alternativas.

### **Variação da dieta durante o período reprodutor**

Tal como verificado por outros autores (e.g. Pierotti & Annett, 1987; Ramos *et al.*, 2009; Alonso *et al.*, 2015), neste estudo registou-se uma variação temporal da dieta de ambas as gaivotas, destacando-se o aumento no consumo de peixe durante o período de crescimento das crias. Esta alteração poderá dever-se a diversos fatores entre os quais a possibilidade dos progenitores selecionarem os alimentos com maior valor nutricional e mais facilmente digeríveis para alimentar as suas crias mais novas (Nogales *et al.*, 1995; Alonso *et al.*, 2015). De acordo com Spaans (1971) o peixe é importante para o crescimento das crias por ser rico em proteínas e fornecer fosfato de cálcio, necessário à formação dos ossos. Apesar do *Polybius henslowii* também ser uma importante fonte de cálcio para a formação do ovo e para o desenvolvimento dos ossos das crias (Schwemmer & Garthe, 2005), a diminuição do consumo deste crustáceo no período de crescimento das crias também reforça a hipótese anterior uma vez que esta espécie é de difícil digestão (Alonso *et al.*, 2015)

e apresenta valores calóricos mais baixos que os peixes (e.g. crustáceos  $3.59 \text{ kJ g}^{-1}$ , clupeídeos  $6.70 \text{ kJ g}^{-1}$ ; Munilla 1997b).

Outra explicação para o aumento do consumo de peixe poderá estar relacionado com o comportamento oportunista das gaivotas, que procuram os alimentos com maior disponibilidade (Munilla, 1997a; Duhem *et al.*, 2003), podendo este aumento ser uma resposta a uma maior disponibilidade deste recurso. Da análise dos dados verificou-se que existe uma correlação positiva na variação temporal de abundância de presas encontradas na dietas de ambas as gaivotas, o que poderá indicar que provavelmente as duas espécies se estão a alimentar no mesmo local. Esta correlação temporal sugere também que a dieta, destas espécies, possivelmente reflete as variações reais na disponibilidade das presas no mar.

### **Competição entre as duas espécies**

Apesar de terem sido encontradas presas comuns às duas espécies de gaivota, os nossos resultados não evidenciam uma sobreposição das dietas. O facto de ambas as espécies apresentarem uma grande plasticidade quanto aos seus padrões de atividade e hábitos alimentares (Oro *et al.*, 1995; Oro *et al.*, 1997), poderá levar a que as gaivotas procurem itens alimentares semelhantes mas explorando presas de espécies diferentes e eventualmente caçarem em períodos distintos. O maior consumo de mictofídeos por parte da gaivota-de-audouin pode indicar uma especialização comportamental com vista a reduzir a competição com a gaivota-de-patas-amarelas, tal como referido por Martínez-Abraín *et al.* (2003).

Nas colónias do Mediterrâneo, os episódios de competição entre gaivota-de-patas-amarelas e a gaivota-de-audouin, aconteceram com maior intensidade em períodos de escassez de alimento (Arcos *et al.*, 2001; Martínez-Abraín *et al.*, 2003). Desta forma, os nossos dados parecem sugerir que durante o ano 2014 não se verificou competição entre ambas as espécies pelo facto de existir elevada quantidade de alimento disponível. Esta situação também foi verificada nas ilhas Columbretes por Verdú del Campo *et al.* (1995).

O facto de não terem sido encontradas diferenças nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  para ambas as gaivotas, indica que as duas espécies se estão a alimentar nas mesmas áreas geográficas (ambiente marinho/ambiente terrestre) assim como as suas presas se encontram no mesmo nível trófico (Bearhop *et al.*, 2004; Inger & Bearhop, 2008). Estes resultados são contraditórios aos dados obtidos na caracterização da dieta, especialmente quando se verificou que não existe uma sobreposição das dietas. Esta diferença poderá estar associada ao facto dos dados dos isótopos serem referentes unicamente ao período correspondente ao final das posturas e início da incubação, não abrangendo todo o período de nidificação como na análise de egagrópilas. Desta

forma, seria necessário recolher e analisar mais amostras de sangue que refletissem toda a época de reprodução, de modo a ter uma ideia mais precisa das assinaturas isotópicas de cada espécie de gaivota, assim como comparar esse dados com as assinaturas isotópicas das presas capturadas em maior número por estas espécies de gaivota.

Apesar de se verificar algumas diferenças nas espécies capturadas, no global a dieta da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas, que nidificam na ilha da Barreta, aparenta ser semelhante, com as mesmas a capturar presas com os mesmos requisitos ecológicos e do mesmo nível trófico. Durante o período reprodutor as suas dietas variam de igual forma, de acordo com a disponibilidade dos recursos existentes, assim como procurando dar resposta às necessidades nutricionais das suas crias. Apesar das semelhanças encontradas não se verificou a existência de uma sobreposição das dietas, o que sugere não haver competição entre as duas espécies.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao ICNF e à ANIMARIS por todo o apoio logístico nas deslocações até à Ilha da Barreta e à Dra. Cristina Docal do Laboratório do MARE da Universidade de Coimbra pela análises de isótopos estáveis. Um agradecimento especial aos Vigilantes da Natureza José Silvério e Carlos Capela pela boa disposição e pela ajuda no trabalho de campo, assim como a todos os voluntários que colaboraram na árdua tarefa de recolha de egagrópilas, e aos que reviram os textos pelos seus valiosos contributos.

## **Bibliografia**

Agüera, A. & Brophy, D. (2012) Growth and age of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum), in the northeastern Atlantic Ocean. *Fisheries Research* 131-133: 60-66.

Alonso, H., Granadeiro, J.P., Paiva, V.H., Dias, A.S., Ramos, J.A. & Catry, P. (2012) Parent-offspring dietary segregation of Cory's shearwaters breeding in contrasting environments. *Marine Biology* 159: 1197-1207.

Alonso, H., Granadeiro, J.P., Ramos, J.A. & Catry, P. (2013) Use the backbone of your samples: fish vertebrae reduces biases associated with otoliths in seabird diet studies. *Journal of Ornithology* 154: 883-886.

Alonso, H., Almeida, A., Granadeiro, J.P. & Catry, P. (2015) Temporal and age-related dietary variations in a large population of yellow-legged gulls *Larus michahellis*: implications for management and conservation. *European Journal Wildlife Research*. DOI 10.1007/s10344-015-0958-9.

Arcos, J., Oro, D. & Sol, D. (2001) Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated with commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Marine Biology* 139: 807-816.

Ballance, L.T. (2008) Understanding seabirds at sea: Why and How? *Marine Ornithology* 35: 127-135.

Barrett, R.T., Camphuysen, K., Anker-Nilssen, T., Chardine, J.W., Furness, R.W., Garthe, S., Hüppop, O., Leopold, M.F., Montevecchi, W.A. & Veit, R.R. (2007) Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1675-1691.

Bearhop, S., Waldron, S., Votier, S.C., Furness, R.W. (2002) Factors that influence assimilation rates and fractionation of nitrogen and carbon stable isotopes in avian blood and feathers. *Physiological and Biochemical Zoology* 75: 451-458.

Bearhop, S., Adams, C.E., Waldrons, S., Fuller, R.A. & Macleod, H. (2004) Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology* 73: 1007-1012.

BirdLife International (2014a) Species factsheet: *Larus audouinii*. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Consultado em 15/08/2015.

BirdLife International (2014b) Species factsheet: *Larus michahellis*. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Consultado em 15/08/2015.

BirdLife International (2014c) *Larus michahellis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T62030970A62031596. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-2.RLTS.T62030970A62031596.en>. Consultado em 10/08/2015.

Borges, T.C., Erzini, K., Bentes, L., Costa, M.E., Gonçalves, J.M.S., Lino, P.G., Pais, C. & Ribeiro, J. (2001) By-catch and discarding practices in five Algarve (Southern Portugal) métiers. *Journal of Applied Ichthyology* 17: 104-114.

Cabral, M.J. (coord), Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L. & Santos-Reis, M. (ed) (2006) *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. 2ª ed. Instituto da Conservação da Natureza / Assírio & Alvim. Lisboa. 660pp.

Catry, T., Ramos, J.A., Martins, J., Peste, F., Trigo, S., Paiva, V.H., Almeida, A., Luís, A., Palma, J. & Andrade, P.J. (2009) Intercolony and annual differences in the diet and feeding ecology of Little Tern adults and chicks in Portugal. *The Condor* 108(2): 366-376.

Ceia, F.R.S. (2007) Vulnerabilidade das Ilhas-Barreira e Dinâmica da Ria Formosa na Óptica da Gestão. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Gestão e Conservação da Natureza. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve. Faro. 99pp.

Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1996) *Handbook of the Birds of the World, vol. 3: Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Dias, J.A. (1988) Aspectos Geológicos do Litoral Algarvio. *Geonovas* 10:113-128.

Dias, J.A. & Ferreira, E.D.M. (2004) *O Sistema de Ilhas Barreira da Ria Formosa*. II Reunião Científica Rede CYTED-XVII, Interdisciplinary Symposium on Wetlands, 3º SIPRES- Simpósio Interdisciplinar Sobre Processos Estuarinos. Algarve. Portugal. 18pp.

Dudnik, Y.I., Zilanov, V.K., Kudrin, V.D., Nesvetov, V.A. & Nesterov, A.S. (1981) Distribution and Biology of Atlantic Saurý, *Scomberesox saurus* (Walbaum), in the Northwest Atlantic. *NAFO Scientific Council Studies* 1: 23-29.

Duhem, C., Vidal, E., Legrand, J. & Tatoni, T. (2003) Opportunistic feeding responses of the Yellow-legged Gull *Larus michahellis* to accessibility of refuse dumps: The gulls adjust their diet composition and diversity according to refuse dump accessibility. *Bird Study* 50(1): 61-67.

Equipa Atlas (2008) *Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999 – 2005)* Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente. Assírio & Alvim, Lisboa. 590pp.

Erzini, K., Costa, M.E., Bentes, L. & Borges, T.C. (2002) A comparative study of the species composition of discards from five fisheries from the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Management and Ecology* 9: 31-40.

Farinha, J.C., Costa, L., Trindade, A., Araújo, P.R. & Silva, E.P. (2001) *Zonas Húmidas Portuguesas de Importância Internacional*. Sítios Inscritos na Convenção de Ramsar. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 88pp.

Furness, R.W. & Camphuysen, K.C.J. (1997) Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 726-737.

Furness, R.W., Edwards A.E. & Oro, D. (2007) Influence of management practices and of scavenging seabirds on availability of fisheries discards to benthic scavengers. *Marine Ecological Progress Series* 350:235-244.

González-Gurriarán, E. (1987) El patexo, *polybius henslowii* leach (decapoda, brachyura), en las costas de galicia (NW de españa): I. Distribución espacial y cambios temporales. *Investigación Pesquera* 51: 361-374.

González-Solís, J., Oro, D., Pedrocchi, V., Jover, L. & Ruiz, X. (1997a) Bias associated with diet samples in Audouin's gulls. *Condor* 99: 773-779.

González-Solís, J., Oro, D., Jover, L., Ruiz, X. & Pedrocchi, V. (1997b) Trophic niche width and overlap of two sympatric gulls in the southwestern mediterranean. *Oecologia* 112: 75-80.

González-Solís, J. (2003) Impact of fisheries on activity, diet and predatory interactions between yellow-legged and Audouin's gulls breeding at the Chafarinas Islands. *Scientia Marina* 67: 83-88.

Granadeiro, J.P., Monteiro, L.R. & Furness, R.W. (1998) Diet and feeding ecology of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* in the Azores, north-east Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 166: 267-276.

Granadeiro, J.P. & Silva, M.A. (2000) The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. *Cybium* 24: 383-393.

Gutiérrez, R. & Guinart, E. (2008) The Ebro Delta Audouin's Gull colony and vagrancy potential to northwest Europe. *British Birds* 101: 442-447.

Hedd, A., Montevecchi, W.A., Davoren, G.K. & Fifield, D.A. (2009) Diets and distributions of Leach's storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa* before and after an ecosystem shift in the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Zoology* 87(9): 787-801.

Hulley, P.A. (1998). Paxton, J.R. & Eschmeyer, W.N. (ed.). *Encyclopedia of Fishes*. San Diego: Academic Press. pp. 127-128.

ICNF (sem data) *Plano Sectorial da Rede Natura 2000*. Disponível em <http://www.icnf.pt>. Consultado a 15/08/2015.

INE, I.P. (2015) *Estatísticas da Pesca 2014*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa. 144 pp.

Inger, R. & Bearhop, S. (2008) Application of stable isotope analyses to avian ecology. *Ibis* 150: 447-461.

Martínez-Abraín, A., Solís, J.G., Pedrocchi, J.V., Genovart, M., Abella, J.C. Ruiz, X., Jiménez, J. & Oro, D. (2003) Kleptoparasitism, disturbances and predation of yellow-legged gulls on Audouin's gulls in three colonies of the western Mediterranean. *Scientia Marina* 67 (Suppl 2): 89-94.

Munilla, I. (1997a) Estudio de la población y ecología trófica de la gaviota patiamarilla (*Larus cachinnans*) en Galicia. Universidade de Santiago de Compostela, Spain. PhD thesis.

Munilla, I. (1997b) Henslow's swimming crab (*Polybius henslowii*) as an important food for yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*) in NW Spain. *ICES Journal of Marine Science* 54: 631-634.

Nogales, M., Zonfrillo, B. & Monaghan, P. (1995) Diets of adult and chick Herring Gulls *Larus argentatus argenteus* on Ailsa Craig, south-west Scotland. *Seabird* 17: 56-63.

Oro, D., Bosch, M. & Ruiz, X. (1995) Effects of a trawling moratorium on the breeding success of the Yellow-legged Gull *Larus cachinnans*. *Ibis* 137: 547-549.

Oro, D., Ruiz, X., Jover, L., Pedrocchi, V. & González-Solís, J. (1997) Diet and adult time budgets of Audouin's Gull *Larus audouinii* in response to changes in commercial fisheries. *Ibis* 139: 631-637.

Oro, D. & Martínez-Abraín, A. (2007) Deconstructing myths on large gulls and their impact on threatened sympatric waterbirds. *Animal Conservation* 10: 117-126.

Pedrocchi, V., Oro, D., González-Solís, J., Ruiz, X. & Jover, L. (2002) Differences in diet between the two largest breeding colonies of Audouin's gulls: the effects of fishery activities. *Scientia Marina* 66 (3): 313-320.

Pearson, S.F., Levey, D.J., Greenberg, C.H., Martinez del Rio, C. (2003) Effects of elemental composition on the incorporation of dietary nitrogen and carbon. *Oecologia* 135: 516-523

Piatt, J.F., Sydenan, W.J. & Wiese, F. (2007) Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *Marine Ecology Progress Series* 352: 199-204.

Pierotti, R. & Annett, C. (1987) Reproductive consequences of dietary specialization and switching in an ecological generalist. *Colonial Waterbirds* 12: 4-11.

Pons, J.M. (1994) Feeding strategies of male and female herring gulls during the breeding season under various feeding conditions. *Ethology, Ecology and Evolution* 6: 1-12.

R Development Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <http://www.R-project.org/>. Consultado em 13/08/2015.

Ramos, R., Ramírez, F., Sanpera C., Jover, L. & Ruiz, X. (2009) Diet of Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) chicks along the Spanish Western Mediterranean coast: the relevance of refuse dumps. *Journal of Ornithology* 150: 265-272.

Ruiz, X., Oro, D., Martínez-Vilalta, A. & Jover, L. (1996) Feeding Ecology of Audouin's Gulls (*Larus audouinii*) in the Ebro. *Colonial Waterbirds*, Vol. 19, Special Publication 1: Ecology, Conservation, and Management of Colonial Waterbirds in the Mediterranean Region, pp. 68-74.

Schoener, T.W. (1970) Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27-39.

Schwemmer, P., Garthe, S. (2005) At-sea distribution and behaviour of a surface-feeding seabird, the lesser black-backed gull *Larus fuscus*, and its association with different prey. *Marine Ecology Progress Series* 285: 245-258.

Spaans, A. (1971) On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* Pont. In the Northern part of the Netherlands. *Ardea* 59: 73-188.

Tuset, V.M., Lombarte, A. & Assis, C.A. (2008) Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina* 72: 7-198.

Verdú del Campo, M., Catalá Iborra, F.J. & García y Gans, F.J. (1995) Ecología alimenticia de *Larus cachinnans* y *Larus audouinii* en las islas Columbretes: relaciones con el medio marino. *Chioglossa*, Vol. Esp. 1: 35-39.

Vidal, E., Medail, F. & Tatoni, T. (1998) Is the yellow-legged gull a superabundant bird species in the Mediterranean? Impact on fauna and flora, conservation measures and research priorities. *Biodiversity and Conservation* 7: 1013-1026.

Votier, S.C., Bearhop, S., MacCormick, A., Ratcliffe, N. & Furness, R.W. (2003) Assessing the diet of great skuas, *Catharacta skua*, using five different techniques. *Polar Biology* 26: 20-26.

Wallace, R.K. & Ramsey, J.S. (1983) Reliability in measuring diet overlap. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 347-351.

Witt, H., Crespo, J., Juana, E. & Varela, J. (1981) Comparative feeding ecology of Audouin's Gull *Larus audouinii* and the Herring Gull *L. argentatus* in the Mediterranean. *Ibis* 123: 519-526.

## Considerações finais

Tanto para a gaivota-de-audouin como para a gaivota-de-patas-amarelas o peixe foi a presa preferencial. Os nossos dados parecem também sugerir que ambas as espécies provavelmente se alimentam de rejeições de pesca, embora a gaivota-de-patas-amarelas esteja mais dependente desta atividade. Desta forma, é fundamental aprofundar os conhecimentos sobre a variação inter-anual da dieta de ambas as espécies, quer ao nível da composição como das assinaturas isotópicas, assim como avaliar até que ponto uma alteração na disponibilidade dos recursos provenientes da atividade piscatória, poderá afetar a dinâmica populacional destas gaivotas. Seria também interessante tentar avaliar de que forma as alterações climáticas poderão afetar a disponibilidade de peixe e qual é a resposta das duas espécies de gaivota a estas alterações.

Não é conhecida a data em que a gaivota-de-patas-amarelas e a gaivota-de-audouin se estabeleceram na ilha da Barreta, mas desde 2008 que as colónias têm sido anualmente monitorizadas e ambas apresentam uma tendência populacional positiva, com crescimento anual das suas populações (*obs. pess.*) No primeiro censo efetuado em 2009 foram contabilizados cerca de 300 ninhos de gaivota-de-audouin e no ano 2011, 250 de gaivota-de-patas-amarelas. Em 2014 as colónias já contabilizavam cerca de 900 ninhos de gaivota-de-audouin e cerca de 700 de gaivota-de-patas-amarelas (*obs. pess.*).

Considerando que na década de 90 ambas as espécies apresentaram um crescimento acentuado no Mediterrâneo (Thibault *et al.*, 1996; Ruiz *et al.*, 1996), em grande parte devido à dependência pelas rejeições de pesca, é importante compreender até que ponto o crescimento das colónias na ilha da Barreta poderá também estar relacionado com este recurso e quais as possíveis consequências nomeadamente no sucesso reprodutor das espécies e competição interespecífica, caso ocorra uma diminuição significativa das rejeições de pesca. Daí que seja fundamental perceber também até que ponto os níveis de produtividade das duas espécies estão relacionados com a disponibilidade deste recurso.

As tecnologias atualmente disponíveis de seguimento remoto (e.g. GPS-loggers, GLS ou GSM/GPS) permitem recolher informação dos movimentos das espécies e conhecer as suas áreas de alimentação no mar pelo que seria interessante colocar estes dispositivos em alguns indivíduos e relacionar a atividade predatória das duas espécies com os movimentos das embarcações pesqueiras que operam na região, assim como perceber se realmente existe uma segregação temporal em relação aos períodos de caça. De forma complementar, e à semelhança de estudos realizados nas colónias do Mediterrâneo (Arcos *et al.*, 2001; Martínez-Abraín *et al.*, 2003), também seria interessante avaliar a competição entre as duas espécies pelos

recursos disponíveis, através de observadores a bordo das embarcações de pesca que monitorizassem não só o comportamento das aves mas também toda a atividade piscatória.

Comparando as colónias do mediterrâneo, de ambas as espécies, com as da ilha da Barreta, verifica-se que estas ainda são relativamente pequenas e com uma densidade de ninhos baixa. Apesar de na ilha da Barreta existir uma barreira física (duna) que separa a colónia de gaivota-de-audouin da colónia de gaivota-de-patas-amarelas, o crescimento destas populações poderá levar a um aumento de interações antagónicas entre as duas espécies, como sugerido por Oro *et al.* (1995).

O impacte negativo da gaivota-de-patas-amarelas na fauna e flora que ocorre em simpatria nos locais de nidificação está amplamente reconhecido (e.g. Vidal *et al.*, 1998; Martínez-Abraín *et al.*, 2003 Oro & Martínez-Abraín, 2007), não sendo conhecidos problemas semelhantes para as populações de gaivota-de-audouin. Perante estes factos, consideramos ser fundamental o acompanhamento a longo prazo de ambas as populações, de forma a avaliar possíveis impactes negativos no ecossistema da ilha da Barreta e, caso necessário, definir medidas de gestão e conservação.

## Referências bibliográficas

Alonso, H., Granadeiro, J.P., Ramos, J.A. & Catry, P. (2013) Use the backbone of your samples: fish vertebrae reduces biases associated with otoliths in seabird diet studies. *Journal of Ornithology* 154: 883-886.

Alonso, H., Almeida, A., Granadeiro, J.P. & Catry, P. (2015) Temporal and age-related dietary variations in a large population of yellow-legged gulls *Larus michahellis*: implications for management and conservation. *European Journal Wildlife Research*. DOI 10.1007/s10344-015-0958-9.

Arcos, J., Oro, D. & Sol, D. (2001) Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated with commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Marine Biology* 139: 807-816.

Arizaga, J., Galarza, A., Herrero, A., Hidalgo, J. & Aldalur, A., (2009) Distribución y tamaño de la población de la Gaviota Patiamarilla *Larus michahellis lusitanicus* en el País Vasco: tres décadas de estudio. *Revista Catalana d'Ornitologia*, 25: 32-42.

Ballance, L.T. (2008) Understanding seabirds at sea: Why and How? *Marine Ornithology* 35: 127-135.

Bearhop, S., Thompson D.R., Phillips R.A, Waldron S., Hamer K.C., Gray C.M., Voitier S.C., Ross B.P., Furness R.W. (2001) Annual variation in great skua diets: the importance of commercial fisheries and predation on seabirds revealed by combining dietary analyses. *Condor* 103: 802-809.

Barrett, R.T., Camphuysen, K., Anker-Nilssen, T., Chardine, J.W., Furness, R.W., Garthe, S., Hüppop, O., Leopold, M.F., Montevecchi, W.A. & Veit, R.R. (2007) Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1675-1691.

BirdLife International (2012) *Larus audouinii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22694313A38058354. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22694313A38058354.en>. Consultado em 10/08/2015.

BirdLife International (2014a) Species factsheet: *Larus audouinii*. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Consultado em 15/08/2015.

BirdLife International (2014b) Species factsheet: *Larus michahellis*. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Consultado em 15/08/2015.

BirdLife International (2014c) *Larus michahellis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T62030970A62031596. Disponível em

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-2.RLTS.T62030970A62031596.en>.

Consultado em 10/08/2015.

BirdLife International (2015) *European Red List of Birds*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Cabral, M.J. (coord), Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L. & Santos-Reis, M. (ed) (2006) *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. 2ª ed. Instituto da Conservação da Natureza / Assírio & Alvim. Lisboa. 660pp.

Catry, P., Costa, H., Elias, G., & Matias, R. (2010) *Aves de Portugal: ornitologia do território continental*. Assírio & Alvim. 940pp.

Catry, P., Geraldés, P.L., Pio, J.P. & Almeida, A. (2010b) Aves marinhas da Selvagem Pequena e do Ilhéu de Fora: censos e notas, com destaque para a dieta da Gaivota-de-patas-amarelas. *Airo* 20: 29-35.

Ceia, F.R., Paiva, V.H., Fidalgo, V., Morais, L., Baeta, A., Crisóstomo, P., Mourato, E., Garthe, S., Marques, J.C., & Ramos, J.A. (2014) Annual and seasonal consistency in the feeding ecology of an opportunistic species, the yellow-legged gull *Larus michahellis*. *Marine Ecology Progress Series* 497: 273-284.

Coelho, N.M.G. (2007) Monitorização e Ecologia da gaivota de patas amarelas *Larus cachinnans atlantis* no Arquipélago da Madeira. Relatório de Estágio, Universidade da Madeira, Funchal. 48 pp.

Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1996) *Handbook of the Birds of the World*, vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Equipa Atlas (2008) *Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999 – 2005)* Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente. Assírio & Alvim, Lisboa. 590pp.

Fagundes, I. (2002) Dieta dos juvenis de Gaivota de patas amarelas, *Larus cachinnans atlantis* (Clements 1991). Variação Temporal e Geográfica. Relatório de Estágio, Universidade da Madeira, Funchal. 40 pp.

Furness, R.W. & Camphuysen, K.C.J. (1997) Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 726-737.

Furness, R.W., Edwards A.E. & Oro, D. (2007) Influence of management practices and of scavenging seabirds on availability of fisheries discards to benthic scavengers. *Marine Ecology Progress Series* 350: 235-244.

González-Solís, J., Oro, D., Pedrocchi, V., Jover, L. & Ruiz, X. (1997) Bias associated with diet samples in Audouin's gulls. *Condor* 99: 773-779.

González-Solís, J. (2003) Impact of fisheries on activity, diet and predatory interactions between yellow-legged and Audouin's gulls breeding at the Chafarinas Islands. *Scientia Marina* 67: 83-88.

Hobson K.A., Piatt J.F., Pitocechelli J. (1994) Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Journal of Animal Ecology* 63: 786-798.

Lambertini, M. (1996) *International action Plan for Audouin's Gull (Larus audouinii)*. Lega Italiana Protezione Uccelli. Italy. 24pp.

Leal, A.I. & Lecoq, M. (2005) *Action Plan for the conservation of the Audouin's Gull in Portugal*. Relatório técnico correspondente ao Plano de Acção da Gaivota-de-audouin para Portugal. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. Lisboa.

Martínez-Abraín, A., Solís, J.G., Pedrocchi, J.V., Genovart, M., Abella, J.C. Ruiz, X., Jiménez, J. & Oro, D. (2003) Kleptoparasitism, disturbances and predation of yellow-legged gulls on Audouin's gulls in three colonies of the western Mediterranean. *Scientia Marina* 67 (Suppl 2): 89-94.

Matias, R. & Catry, P. (2010) The diet of Atlantic Yellow-legged Gulls (*Larus michahellis atlantis*) at an oceanic seabird colony: estimating predatory impact upon breeding petrels. *European Journal of Wildlife Research* 56: 861-869.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005) *Ecosystems and Human well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 86 pp.

Molina, B.E., (2009) Gaviota reidora, sombría y pa-tiamarilla en España. Población en 2007–2009 y método de censo. SEO/BirdLife, Madrid.

Monteiro, L.R., Granadeiro, J.P., Oliveira, P. & Ramos, J. (1995) Conservation of seabird populations in the Portuguese Atlantic. Threats to Seabirds. Proceedings of the 5th International Seabird Group conference. Glasgow.

Neves, V.C., Murdoch, N. & Furness, R.W. (2006) Population status and diet of the Yellow-legged Gull in the Azores. *Life and Marine Sciences* 23: 59-73.

Olsen, K.M. & Larsson, H. (2004) *Gulls of Europe, Asia and North America*. Christopher Helm, London.

Oro, D., Bosch, M. & Ruiz, X. (1995) Effects of a trawling moratorium on the breeding success of the yellow-legged gull *Larus cachinnans*. *Ibis* 137: 547-549.

Oro, D., Ruiz, X., Jover, L., Pedrocchi, V. & González-Solís, J. (1997) Diet and adult time budgets of Audouin's Gull *Larus audouinii* in response to changes in commercial fisheries. *Ibis* 139: 631-637.

Oro, D. & Martínez-Abraín, A. (2007) Deconstructing myths on large gulls and their impact on threatened sympatric waterbirds. *Animal Conservation* 10: 117-126.

Parsons, M., Mitchell, I., Butler, A., Ratcliffe, N., Frederiksen, M., Foster, S. & Reid, J.B. (2008) Seabirds as indicators of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* 65 (8): 1520-1526.

Piatt, J.F., Sydenan, W.J. & Wiese, F. (2007) Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *Marine Ecology Progress Series* 352: 199-204.

Pedro, P.I., Ramos, J.A., Neves, V.C. & Paiva, V.H. (2013) Past and present trophic position and decadal changes in diet of Yellow-legged Gull in the Azores Archipelago, NE Atlantic. *European Journal of Wildlife Research* 1-13.

Ruiz, X., Oro, D., Martínez-Vilalta, A. & Jover, L. (1996) Feeding Ecology of Audouin's Gulls (*Larus audouinii*) in the Ebro. *Colonial Waterbirds*, Vol. 19, Special Publication 1: Ecology, Conservation, and Management of Colonial Waterbirds in the Mediterranean Region, pp. 68-74.

Snow, D.W. & Perrins, C.M. (1998) *The Birds of the Western Palearctic*. Concise Edition. Oxford University Press. 1832pp.

Thibault, J.C., Zotier, R., Guyot, I. & Bretagnolle, V. (1996) Recent trends in breeding marine birds of the Mediterranean Region with special reference to Corsica. *Colonial Waterbirds* 19: 31- 40.

Vidal, E., Medail, F. & Tatoni, T. (1998) Is the yellow-legged gull a superabundant bird species in the Mediterranean? Impact on fauna and flora, conservation measures and research priorities. *Biodiversity and Conservation* 7: 1013-1026.