



RELATÓRIO

Rascunho da proposta de ex- tensão dos li- mites marinhos da ZPE Ria For- mosa

Lisboa | agosto | 2022

COFINANCIAMENTO



COORDENAÇÃO



PARCEIROS



Rascunho da proposta de extensão dos limites marinhos da ZPE Ria Formosa. Relatório da Ação A7.

SPEA

Direção Nacional

Graça Lima, Paulo Travassos, Peter Penning, Alexandre Leitão, Martim Pinheiro de Melo, Nuno Barros e Maria José Boléo

Direção Executiva

Domingos Leitão

Coordenação do projeto

Joana Andrade

Equipa técnica

Nuno Oliveira, Lise Coquilleau, Flávia Carvalho, Magda Frade, Ana Marçalo, Vitor Paiva, Jorge Pereira, Jaime Ramos

Agradecimentos

A todos os voluntários, estagiários e colegas que participaram nos censos marinhos. À Capitania de Faro pelas licenças de embarque.

Citações

Oliveira, N., L. Coquilleau, A. Almeida, F. Carvalho, M. Frade, A. Marçalo, T. Nascimento, V. Paiva, J. Pereira, J. Ramos, E. Silva & J. Andrade. 2022. Rascunho da proposta de extensão dos limites marinhos da ZPE Ria Formosa. Relatório da Ação A7 do projeto Life Ilhas Barreira. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Lisboa (relatório não publicado).

COFINANCIAMENTO



COORDENAÇÃO



PARCEIROS



Índice

1. CONTEXTUALIZAÇÃO 5

2. METODOLOGIA 6

2.1 Área de estudo e grelha base	6
2.2 Distribuição de aves - metodologia ESAS	6
2.3 Distribuição de aves - modelos de distribuição e abundância	7
2.4 Distribuição de aves - seguimento individual	8
2.5 Esforço de pesca - inquéritos a pescadores	8
2.6 Identificação e delimitação da área de conservação	9

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 12

3.1 Distribuição e abundância de pardela-balear	12
3.2 Distribuição e abundância de gaivota-de-audouin	13
3.3 Distribuição e abundância de cagarra	15
3.4 Distribuição e abundância de alma-de-mestre	15
3.5 Distribuição e abundância de alcatraz	17
3.6 Distribuição e abundância de alcaide	18
3.7 Distribuição e abundância de gaivota-de-cabeça-preta	20
3.8 Distribuição e abundância de chilreta	20
3.9 Distribuição do esforço de pesca	21
3.10 Identificação e delimitação da área de conservação	21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

25

ANEXOS

26

A - Número de inquéritos realizados	26
B - Desempenho geral do modelo Zonation selecionado	26
C - Distribuição nas áreas propostas com extensão da atual ZPE	27

1 | Contextualização

No âmbito da Ação A7 – *Update Ria Formosa SPA at-sea limits* do projeto Life Ilhas Barreira (LIFE18 NAT/PT/000927) foram identificadas as áreas de maior importância para as aves marinhas na costa do Sotavento Algarvio, mais propriamente na faixa costeira entre Albufeira e Vila Real de Santo António, até cerca das 20 milhas náuticas. O objetivo desta ação foi avaliar a adequabilidade dos atuais limites da ZPE Ria Formosa (PTZPE0017) para a conservação das espécies de aves marinhas com estatuto desfavorável, nomeadamente a gaivota-de-audouin *Larus audouinii* (Vulnerável) e a pardela-balear *Puffinus mauretanicus* (Criticamente em Perigo). Não obstante, foram também incluídas na análise, as espécies de aves marinhas mais regulares e abundantes na região que, porém, apresentam estatuto de conservação Pouco Preocupante.

No presente exercício foram analisados os dados recolhidos no âmbito do projeto (e alguns dados históricos), com base em 3 metodologias diferentes: 1) dados ESAS provenientes de censos a bordo de embarcações, 2) dados de seguimento individual de gaivota-de-audouin e chilreia e 3) dados de inquéritos a pescadores para aferir as áreas de pesca. Com base nos vários mapas/rasters de dados, foi identificada uma lacuna na atual ZPE no que concerne a conservação das áreas importantes para espécies prioritárias. Em particular, esta ZPE não inclui atualmente as áreas de alimentação e repouso quer de gaivota-de-audouin, que se reproduz nas Ilhas Barreira da Ria Formosa, quer de pardela-balear.

De forma a garantir a objetividade necessária ao processo de identificação e delimitação à possível área marinha de maior importância para aves marinhas, foi utilizada uma ferramenta informática com base estatística. A metodologia utilizada teve como base a ferramenta Zonation 5 v.1.0, sendo descrita neste relatório.

2 | Metodologia

2.1 Área de estudo e grelha base

Uma vez que o Zonation 5 requer que a informação seja inserida em formato de *raster*, foi necessário *rasterizar* as várias camadas de informação. Como grelha de base foi utilizada a camada definida no âmbito do projeto Life MarPro (LIFE09 NAT/PT/000038), com o tamanho de quadrícula 0,04x0,04 graus (cerca de 4x4 km) e cortada para o limite oeste no paralelo de Albufeira, o limite este no paralelo de Vila Real de Santo António e a sul para a distância de cerca de 20 milhas náuticas da linha de costa (fig.1).

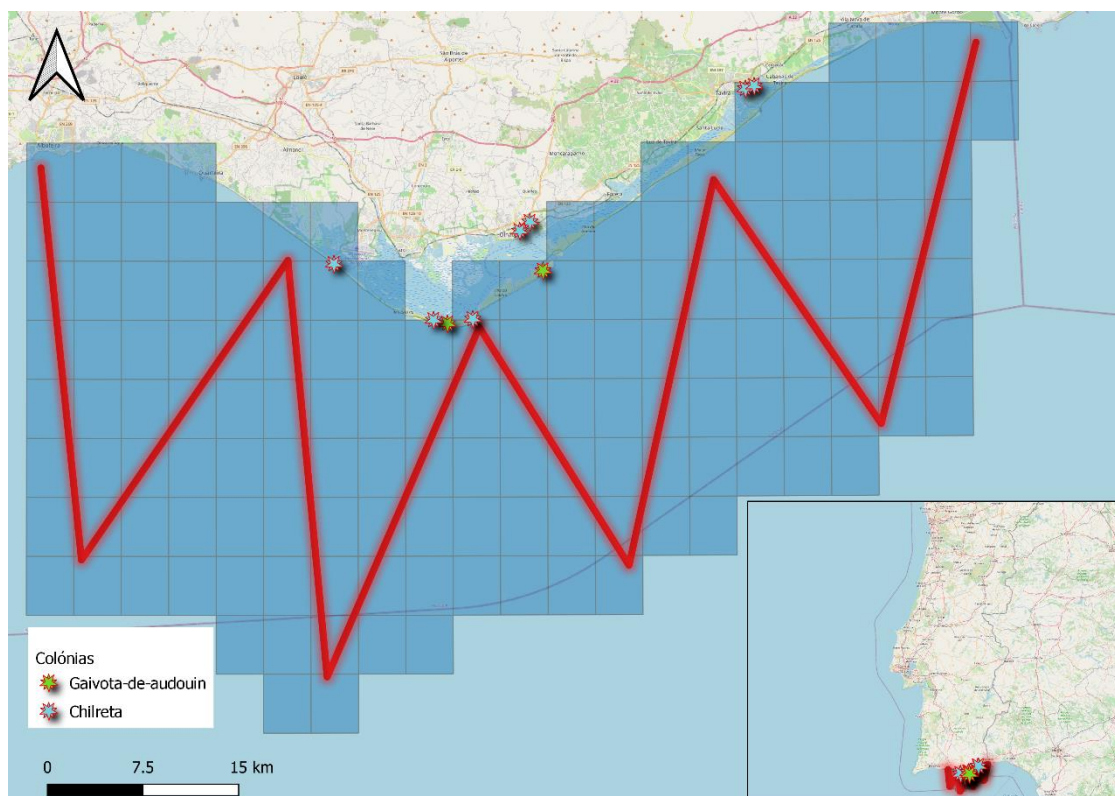


Figura 1 | Localização da área de estudo, com indicação da grelha de amostragem e rasterização utilizada (a azul), o transecto seguido nos censos marinhos (a vermelho) e a localização das colónias de gaivota-de-audouin (estrelas verdes) e chilreta (estrelas azuis).

2.2 Distribuição de aves – metodologia ESAS

Os dados de distribuição das aves, foram recolhidos segundo a metodologia *European Seabirds At Sea* (ESAS;; Tasker et al. 1984), com registo das aves em voo por *snapshot* e das aves pousadas em bandas de distância. Estes censos foram realizados a bordo de uma embarcação

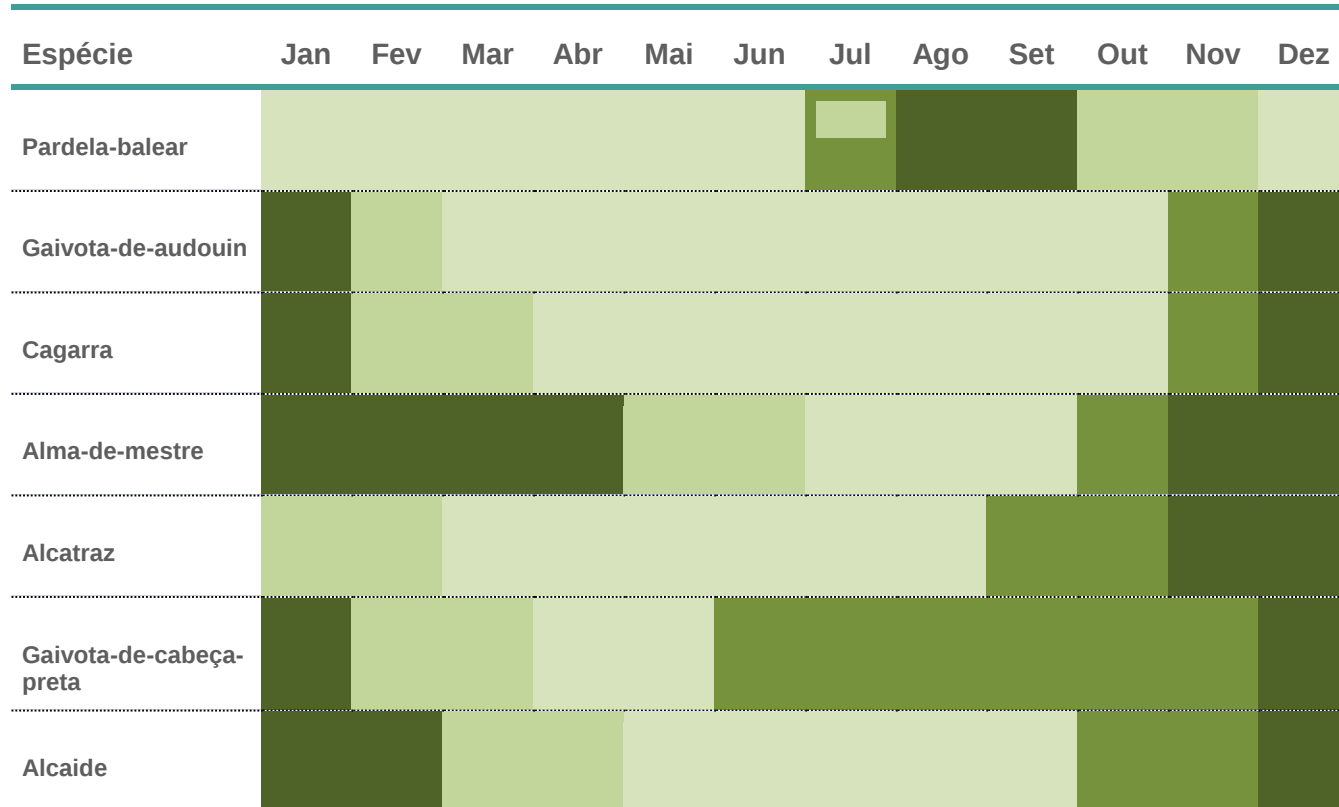
percorrendo um transeto pré-definido e decorreram mensalmente entre janeiro de 2020 e janeiro de 2022 (20 campanhas), cobrindo toda a área de estudo (fig. 1). As campanhas foram realizadas por, pelo menos, 3 observadores com experiência na metodologia ESAS. Os dados foram registados numa aplicação própria, construída em ambiente CyberTracker®. O registo das aves em voo foi feito seguindo o método de *snapshot*, cobrindo uma faixa de distância até os 300m para um dos bordos da embarcação. As aves pousadas foram registadas em bandas de distância até 300m para esse mesmo bordo da embarcação.

2.3 Distribuição de aves – modelos de distribuição e abundância

Num primeiro passo, as contagens de aves em contacto com a água foram corrigidas para as diferenças na detetabilidade, tendo em conta o tamanho da ave e o estado do mar. A função de probabilidade de deteção foi testada e ajustada com o pacote “Distance” (Miller et al. 2019) para o programa de livre-acesso R v.4.2.1 (R Core Team 2022). Em termos de tamanho, as espécies foram agrupadas em aves de pequeno porte (painhos e similares), de médio porte (pequenas gaivotas, pardelas, garajaus e similares) e de grande porte (cagaras, grandes gaivotas, moleiros e similares). No final, foi encontrado um efeito do tamanho da ave e do estado do mar na detetabilidade das aves de médio e pequeno porte, procedendo-se assim à correção das contagens com o fator de correção resultante, dado pela fórmula $x = \frac{\sum ni \cdot z}{nA + nB + nC + nD}$. Onde nA , nB , nC e nD corresponde ao número total de aves contadas em cada banda de distâncias (A - <50m, B – 51 a 100m, C – 101 a 200m, D – 201 a 300m), ni o número de aves contado nas bandas onde a função assume uma deteção perfeita (todas as aves são detetadas) e z é o rácio entre a área total de todas as bandas e a área total das bandas com deteção perfeita.

Num segundo passo, as contagens (apenas os registos dentro do transecto) foram somadas para cada espécie, mês e quadrícula da grelha de amostragem (fig.1). As espécies utilizadas neste exercício, para além da gaivota-de-audouin e da pardela-balear, incluíram as espécies com um número suficiente de avistamentos (>10 quadrículas com avistamentos num mesmo período) para gerar os modelos, nomeadamente a cagarra *Calonectris borealis*, o alma-de-mestre *Hydrobates pelagicus*, o alcatraz *Morus bassanus*, a gaivota-de-cabeça-preta *Larus melanocephalus* e o alcaide *Catharacta skua*. A modelação das aves contadas foi realizada com recurso a modelos Hurdle de forma a obter valores de abundância para toda a área de estudo. Este tipo de modelos tem mostrado bons resultados em conjuntos de dados com um grande número de zeros, como era o caso. Foram selecionadas duas famílias de distribuição dos dados, a Poisson e a Binomial negativa, após análise dos diagramas de resíduos aplicando diferentes famílias e funções aos modelos. Para treinar os modelos, foram utilizadas as seguintes variáveis: latitude, longitude, distância à costa, batimetria, e período fenológico (reprodução, migração pós-reprodução, invernada e migração pré-reprodução; tab. 1) da espécie em análise. Os períodos com menos de 10 indivíduos avistados foram removidos da análise. As variáveis com um valor de $p > 0.05$ foram excluídas do modelo, gerando um modelo reduzido e o mais parcimonioso possível. O melhor modelo para cada espécie foi escolhido com base nos menores valores de Critério de Informação de Aikake (AIC do inglês *Aikake Information Criterion*), nos diagramas de dispersão e nos diagramas de resíduos (Burnham and Anderson 1998). Posteriormente foi gerado um *raster* com os valores preditivos para cada espécie em cada período fenológico.

Todas as análises foram executadas em ambiente R Studio v. 2022.02.3 (RStudio Team 2022).



Reprodução Pré-reprodução Pós-reprodução Invernada

Tabela 1 | Períodos fenológicos considerados para as espécies em que foi modelada a abundância observada durante os censos marinhos.

2.4 Distribuição de aves – seguimento individual

O seguimento individual foi feito para as duas espécies que nidificam nas Ilhas Barreira, a gaivota-de-audouin e a chilreta *Sternula albifrons*. Nas épocas de reprodução, mais propriamente em maio, de 2015 e entre 2017 e 2022 foram colocados e recuperados aparelhos GPS em 60 adultos reprodutores de gaivota-de-audouin. Em maio de 2021 foram colocados e recuperados aparelhos GPS em 8 adultos reprodutores de chilreta. Foi gerado um *raster* com a distribuição dos pontos para cada uma das espécies, utilizando a grelha descrita acima (fig. 1).

2.5 Esforço de pesca – inquéritos a pescadores

Os inquéritos a pescadores foram realizados no âmbito do Life Ilhas Barreira entre dezembro de 2019 e dezembro de 2021 pela equipa do Centro de Ciências do Mar da Universidade do Algarve (UALg/CCMAR). Os inquéritos tiveram uma periodicidade trimestral (janeiro-março, abril-junho, julho-setembro e outubro-dezembro), tendo sido respondidos pelos mestres das embarcações. A frota alvo incluiu uma grande percentagem (>50 %) das embarcações a operar redes de emalhar, tresmalho e de cerco, a partir dos portos de pesca de Cabanas de Tavira, Culatra, Fuseta, Monte Gordo, Olhão, Quarteira e Tavira. As áreas de pesca de cada embarcação foram identificadas com base na informação dada por cada mestre de pesca, nomeadamente os limites este, oeste e sul. O esforço de pesca trimestral foi também fornecido pelos mestres, em número de eventos de

pesca/3 meses, bem como o número de aves capturadas acidentalmente. Este último permitiu o cálculo da Captura de aves marinhas por Unidade de Esforço (CPUE) para cada uma das três artes de pesca em análise, como número de aves capturadas/número de eventos de pesca*100. No total foram realizados 737 inquéritos a 251 mestres diferentes (mais detalhes no Anexo A).

A rasterização do esforço de pesca teve como base a grelha referida acima (fig. 1), onde cada quadrícula ou pixel representou a soma do esforço de pesca do total das embarcações a operar uma dada arte de pesca, num determinado trimestre, nessa mesma quadrícula.

2.6 Identificação e delimitação da área de conservação

O Zonation 5 v.1.0 (Lehtomäki and Moilanen 2013) foi utilizado no exercício de identificação e delimitação da área de conservação a considerar numa possível proposta de extensão da ZPE Ria Formosa. Neste exercício de modelação foram incluídos os *raster* referentes à distribuição e abundância das espécies (ESAS e seguimento individual) como elementos de biodiversidade. Foi dado um peso a cada espécie tendo em conta o seu estatuto de conservação (IUCN): 5 para Criticamente em Perigo, 3 para Vulnerável e 1 para Pouco Preocupante. Este valor foi posteriormente corrigido para o número de períodos fenológicos em que se produziram os *rasters* de forma a normalizar os pesos iniciais, dividindo o valor inicial pelo número de *rasters* (dependendo do número de períodos fenológicos utilizados; tab. 2).

Espécie	Estatuto de conservação (IUCN)	Períodos fenológicos com informação	Peso
Pardela-balear	Criticamente em Perigo	Reprodução e pré-reprodução	2,5
Gaivota-de-audouin	Vulnerável	Reprodução, pós-reprodução e pré-reprodução	1,0
Cagarra	Pouco preocupante	Reprodução e pós-reprodução	0,5
Alma-de-mestre	Pouco preocupante	Reprodução, pós-reprodução, invernada e pré-reprodução	0,25
Alcatraz	Pouco preocupante	Reprodução, pós-reprodução, invernada e pré-reprodução	0,25
Gaivota-de-cabeça-preta	Pouco preocupante	Invernada e pré-reprodução	0,5
Alcaide	Pouco preocupante	Reprodução, pós-reprodução, invernada e pré-reprodução	0,25
Chilreta	Pouco preocupante	Reprodução	1,0

Tabela 2 | Lista de espécies utilizada no exercício para identificação e delimitação da área de conservação, com recurso ao programa Zonation 5. É também apresentado o peso atribuído a cada *raster* de abundância das espécies por período fenológico.

Os *rasters* referentes ao esforço de pesca entraram no exercício como camada de custo das oportunidades de pesca, atribuindo-se um peso negativo a cada *raster*. O peso atribuído foi calculado com base no valor de CPUE de aves marinhas, para cada uma das três artes de pesca (redes de emalhar, de tresmalho e de cerco). Os valores de número total de aves e o esforço de pesca total, dado em número de eventos de pesca, foi estimado a partir dos inquéritos feitos aos pescadores (tab. 3).

Arte de pesca	Aves capturadas	Esforço de pesca	CPUE aves marinhas	Peso
Redes de emalhar	33	10929	0,30	-0,30
Redes de tresmalho	31	11778	0,26	-0,26
Redes de cerco	22	5220	0,42	-0,42

Tabela 3 | Peso atribuído a cada uma das artes de pesca em análise com base no valor de Captura por Unidade de Esforço (CPUE) de aves marinhas. O CPUE foi calculado com base no rácio entre o número total de aves marinhas capturadas ao longo do período de estudo e o esforço de pesca total (número de eventos de pesca) * 100. O peso atribuído a cada arte de pesca foi calculado como o inverso do CPUE.

Foram assim criados dois modelos no Zonation. Um primeiro modelo assumindo a regra da remoção de quadrículas (CAZ2) e incorporando os *rasters* com informação dos elementos de biodiversidade (abundância/distribuição de aves) e os *rasters* com os custos relativos às oportunidades de pesca (esforço de pesca). Um segundo modelo foi gerado tendo apenas em consideração os *rasters* com informação dos elementos de biodiversidade.

3 | Resultados e Discussão

No decorrer dos censos marinhos foram registadas 30 espécies diferentes de aves marinhas. A espécie mais abundante foi o alcatraz, seguido da cagarra, da gaivota-de-audouin e da gaivota-de-patas-amarelas.

De forma geral, todos os modelos previram com bastante exatidão o número de zeros presentes nas amostras obtidas pelos censos marinhos. Os modelos finais escolhidos para extrapolar as abundâncias observadas, foram aqueles que melhor pareceram explicar a variabilidade dos nossos dados, tendo em conta o valor de AIC mais baixo. Os modelos selecionados ajustaram-se bem à distribuição dos nossos dados, não apresentando um excesso de dispersão. Por outro lado, os modelos selecionados previram valores mais aproximados aos valores observados, como se pode confirmar pelos gráficos de resíduos.

3.1 Distribuição e abundância de pardela-balear

Tendo em conta o número reduzido de avistamentos de pardela-balear durante a migração pós-reprodutora (correspondente ao mês de julho) e a invernada (agosto a setembro), apenas se obtiveram resultados de modelação para o período reprodutor (dezembro a junho) e para a migração pré-reprodutora (outubro a novembro). Com base no modelo selecionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 611 indivíduos durante o período reprodutivo e 607 durante a pré-reprodução (tab. 4). Os valores de maior densidade observada foram registados durante o período reprodutor, nos extremos este e oeste da área de estudo (fig. 2). De salientar que estes valores foram bastante superiores às densidades reportadas anteriormente para as ZPE continentais (em que rondaram os 0,01 e 0,04 aves km⁻²), com exceção da ZPE Aveiro/Nazaré (onde a densidade observada foi de 0,33 ± 2,37 aves km⁻²; (Oliveira et al. 2020).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	0,08 ± 0,52 (0 – 8,51)	0,26 ± 0,15 (0,06 - 0,67)	611 (310 – 1250)
Pós-reprodução	0,06 ± 0,29 (0 – 2,11)		
Invernada	0,04 ± 0,48 (0 - 8,12)		
Pré-reprodução	0,1 ± 1,14 (0 - 18,75)	0,25 ± 0,15 (0,06 - 0,67)	607 (298 – 1375)

Tabela 4 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de pardela-balear na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

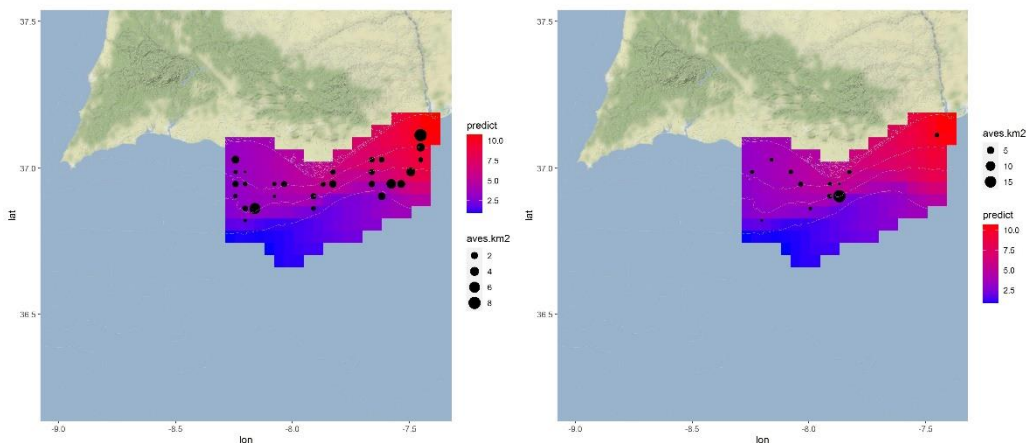


Figura 2 | Mapas de distribuição da abundância de pardela-balear na área de estudo durante o período reprodutivo (à esquerda) e a pré-reprodução (à direita).

3.2 Distribuição e abundância de gaivota-de-audouin

Tendo em conta o número reduzido de avistamentos de gaivota-de-audouin durante a migração pré-reprodutora (correspondente ao mês de fevereiro), apenas se obtiveram resultados de modelação para o período reprodutor (março a outubro), para a migração pós-reprodutora (novembro) e para a invernada (dezembro a janeiro). Com base no modelo selecionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 9043 indivíduos durante o período reprodutivo, 3131 durante a pós-reprodução e 154 durante a invernada (tab. 5). Os valores de maior densidade observada foram registados durante o período reprodutor, no extremo sudoeste da área de estudo (fig. 3). Contudo a espécie foi registada em praticamente toda a área de estudo durante esse período. Já durante a pós-reprodução, a espécie foi observada quase exclusivamente na zona junto à costa, em particular na metade este da área. Apesar de se ter optado por usar os dados obtidos através do seguimento individual durante o período reprodutivo, pois permitem um seguimento mais pormenorizado dos indivíduos, os resultados das duas metodologias são bastante semelhantes.

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	2,54 ± 26,75 (0 - 556,92)	3,79 ± 2,72 (0,66 - 15,49)	9043 (1354 – 58110)
Pós-reprodução	0,23 ± 1,01 (0 - 8,13)	1,31 ± 0,85 (0,29 - 4,88)	3131 (366 – 19167)
Invernada	0,03 ± 0,28 (0 - 5,41)	0,06 ± 0,04 (0,02 - 0,18)	154 (19 – 850)
Pré-reprodução	0,17 ± 0,66 (0 - 4,25)		

Tabela 5 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de gaivota-de-audouin na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

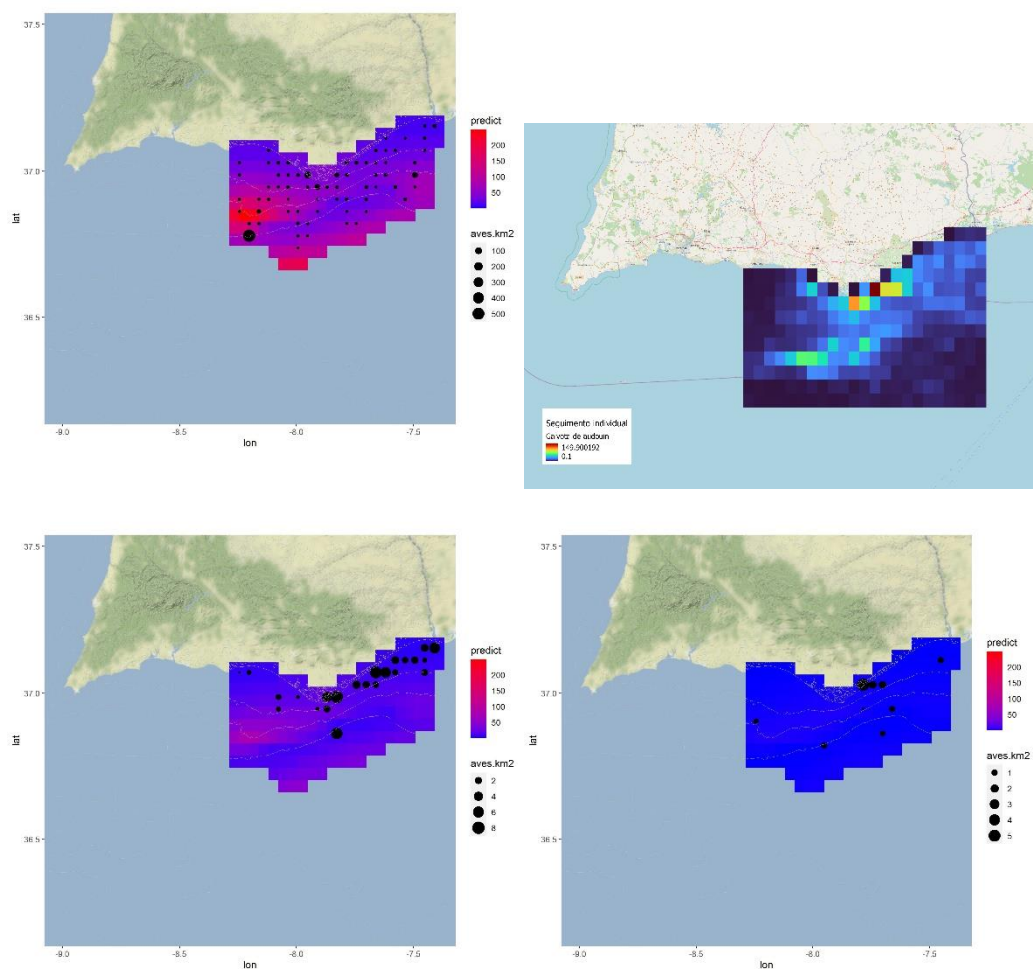


Figura 3 | Mapas de distribuição da abundância de gaivota-de-audouin na área de estudo durante o período reprodutivo (acima à esquerda), a pré-reprodução (abaixo à esquerda) e invernada (abaixo à direita), com base nos dados de censos marinhos. Para comparação, apresenta-se o mapa obtido através dos dados de seguimento individual (acima à direita).

3.3 Distribuição e abundância de cagarra

Tendo em conta a ausência de avistamentos de cagarra durante a migração pré-reprodutora (correspondente aos meses de fevereiro e março) e a invernada (dezembro e janeiro), e ao número reduzido de avistamentos durante a migração pós-reprodutora (novembro), apenas se obtiveram resultados de modelação para o período reprodutor (abril a outubro). Com base no modelo seleccionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 6109 indivíduos durante o período reprodutor (tab. 6). Os valores de maior densidade observada foram registados nas zonas mais profundas da área de estudo (fig. 4). De salientar que estes valores foram bastante superiores às densidades reportadas anteriormente para as ZPE continentais (que rondaram os 0,05 e 0,25 aves*km²), mesmo comparando com as densidades observadas na ZPE Ilhas Berlengas onde se observou o maior valor, e onde se localizam as únicas colónias reprodutoras do continente (Oliveira et al. 2020).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	1,39 ± 5,94 (0 - 94,69)	2,56 ± 1,72 (0,62 - 8,18)	6109 (3932 – 8466)

Tabela 6 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de cagarra na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

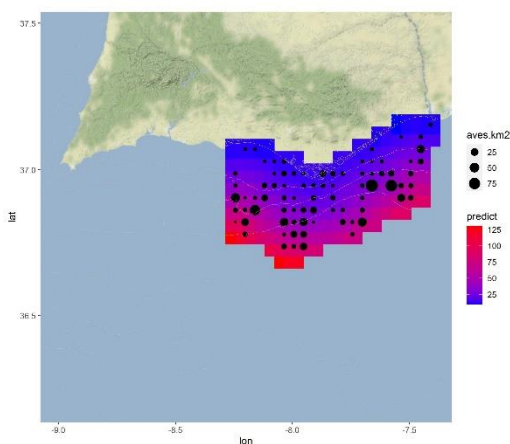


Figura 4 | Mapa de distribuição da abundância de cagarra na área de estudo durante o período reprodutivo.

3.4 Distribuição e abundância de alma-de-mestre

Obtiveram-se resultados de modelação para o período reprodutor (julho a setembro), para a migração pós-reprodutora (outubro), para a invernada (novembro a abril) e para a migração pré-reprodutora (maio a junho) de alma-de-mestre. Com base no modelo seleccionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 4024 indivíduos durante o período reprodutivo, 4572 durante a pós-reprodução, 1526 durante a invernada e 1053 durante a pré-reprodução (tab. 7). Os valores

de maior densidade observada foram registados nas zonas mais profundas da área de estudo (fig. 5).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	$0,27 \pm 2,73$ (0 - 53,23)	$1,69 \pm 1,91$ (0,18 - 10,05)	4024 (843 – 10798)
Pós-reprodução	$0,48 \pm 2,4$ (0 - 21,11)	$1,92 \pm 2,06$ (0,23 - 10,72)	4572 (1243 – 10105)
Invernada	$0,1 \pm 0,89$ (0 - 16,42)	$0,64 \pm 0,77$ (0,06 - 4,15)	1526 (465 – 3207)
Pré-reprodução	$0,11 \pm 0,66$ (0 - 7,68)	$0,44 \pm 0,48$ (0,06 - 2,49)	1053 (321 – 2520)

Tabela 7 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de alma-de-mestre na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

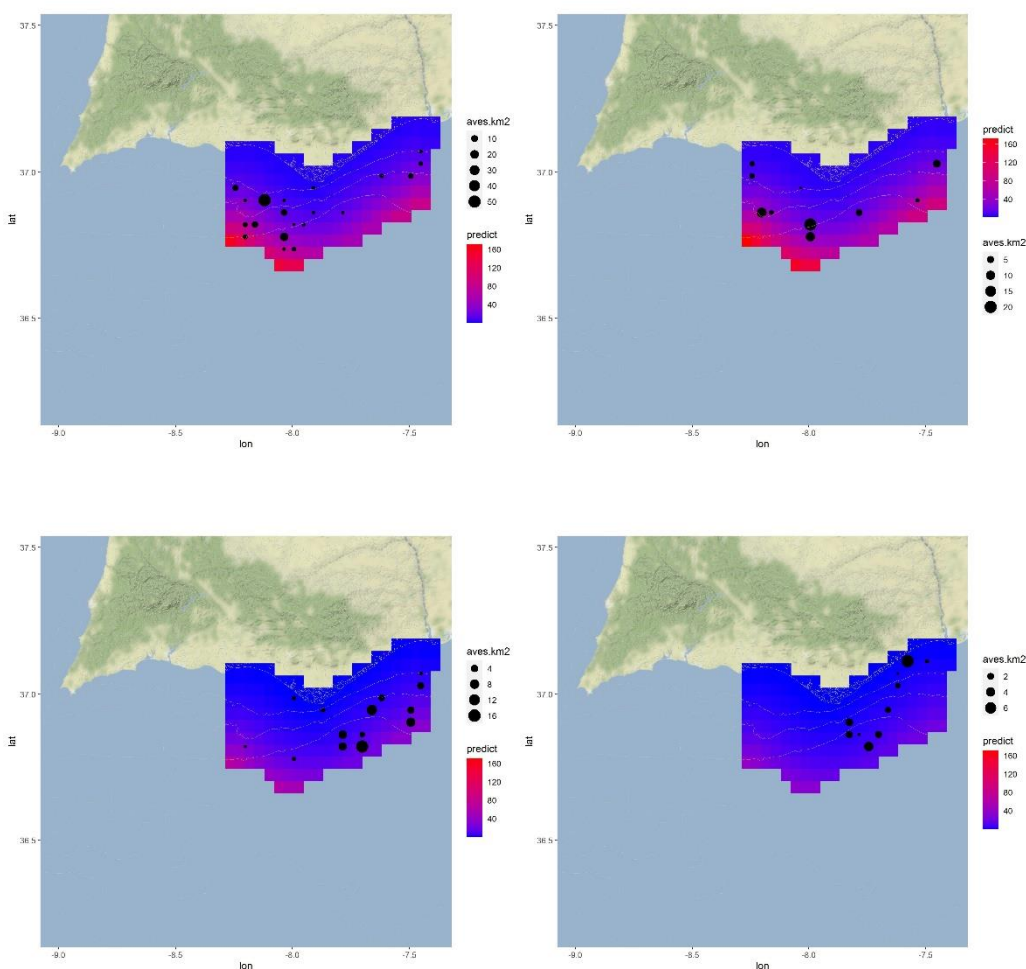


Figura 5 | Mapas de distribuição da abundância de alma-de-mestre na área de estudo durante o período reprodutivo (acima à esquerda), a pós-reprodução (acima à direita), a invernada (abaixo à esquerda) e a pré-reprodução (em baixo à direita).

3.5 Distribuição e abundância de alcatraz

Obtiveram-se resultados de modelação para o período reprodutor (março a agosto), para a migração pós-reprodutora (setembro a outubro), para a invernada (novembro a dezembro) e para a migração pré-reprodutora (janeiro a fevereiro) de alcatraz. Com base no modelo selecionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 4123 indivíduos durante o período reprodutivo, 5325 durante a pós-reprodução, 8812 durante a invernada e 2133 durante a pré-reprodução (tab. 8). Os valores de maior densidade observada foram registados nas zonas de profundidade intermédia da área de estudo (fig. 6). De salientar que praticamente todos estes valores, com exceção das densidades registadas durante a migração pré-reprodutora foram bastante superiores às densidades reportadas anteriormente para as ZPE continentais (Oliveira et al. 2020).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	1,43 ± 7,14 (0 - 150,46)	1,73 ± 0,66 (0,69 - 4,02)	4123 (2512 - 6539)
Pós-reprodução	2,77 ± 4,7 (0 - 30,54)	2,23 ± 0,76 (0,92 - 4,89)	5325 (3432 - 8416)
Invernada	4,41 ± 21,13 (0 - 326,09)	3,7 ± 1,28 (1,48 - 8,22)	8812 (4679 - 15645)
Pré-reprodução	1,04 ± 2,05 (0 - 18,04)	0,89 ± 0,31 (0,4 - 1,97)	2133 (1449 - 3424)

Tabela 8 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de alcatraz na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

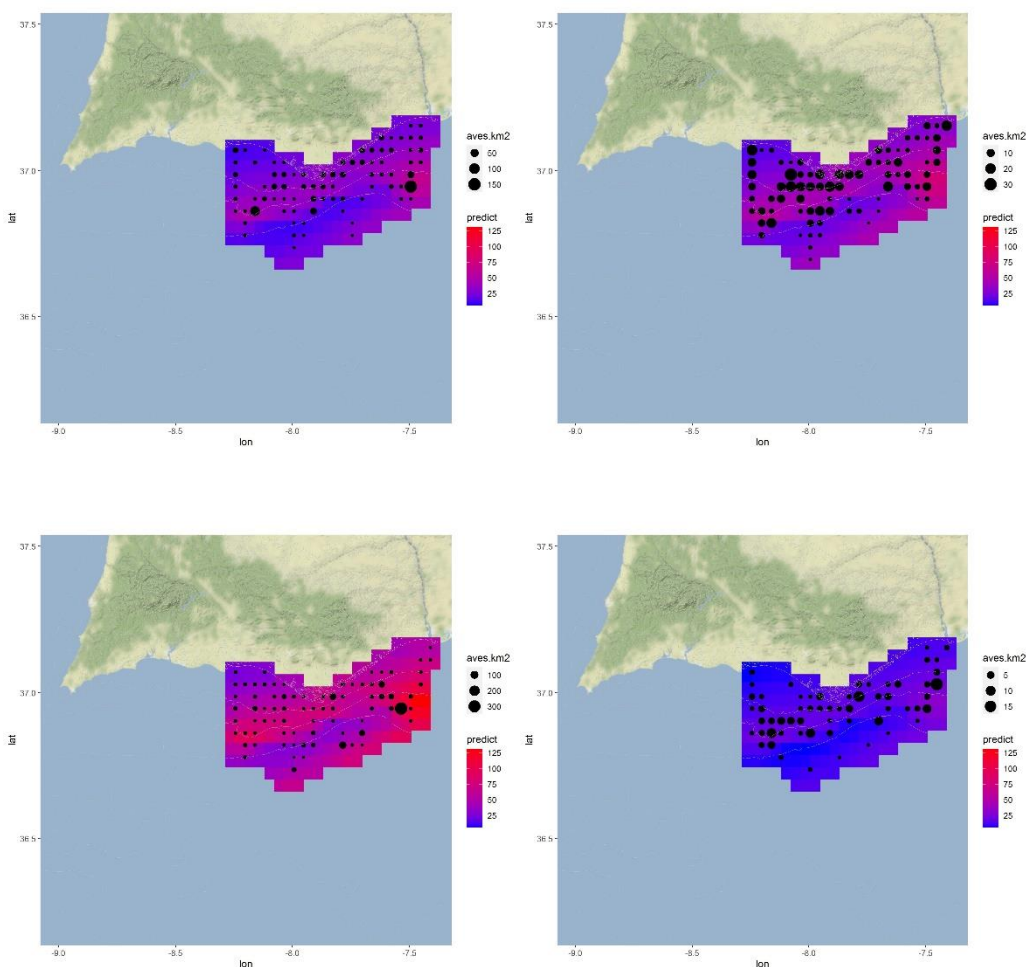


Figura 6 | Mapas de distribuição da abundância de alcatraz na área de estudo durante o período reprodutivo (acima à esquerda), a pós-reprodução (acima à direita), a invernada (abaixo à esquerda) e a pré-reprodução (em baixo à direita).

3.6 Distribuição e abundância de alcaide

Obtiveram-se resultados de modelação para o período reprodutor (maio a setembro), para a migração pós-reprodutora (outubro a novembro), para a invernada (dezembro a fevereiro) e para a migração pré-reprodutora (março a abril) de alcaide. Com base no modelo selecionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 610 indivíduos durante o período reprodutivo, 1041 durante a pós-reprodução, 990 durante a invernada e 976 durante a pré-reprodução (tab. 9). Os valores de maior densidade observada foram registados na zona costeira até profundidades intermédias (fig. 7).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Reprodução	$0,12 \pm 1,47$ (0 - 37,88)	$0,26 \pm 0,15$ (0,04 - 0,62)	610 (288 – 1609)
Pós-reprodução	$0,25 \pm 0,74$ (0 - 7,27)	$0,44 \pm 0,22$ (0,12 - 1,2)	1041 (452 – 3400)
Invernada	$0,28 \pm 0,94$ (0 - 9,16)	$0,42 \pm 0,21$ (0,11 - 1,13)	990 (437 – 3508)
Pré-reprodução	$0,48 \pm 1,58$ (0 - 12,82)	$0,41 \pm 0,21$ (0,1 - 1,11)	976 (423 – 3104)

Tabela 9 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de alcaide na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

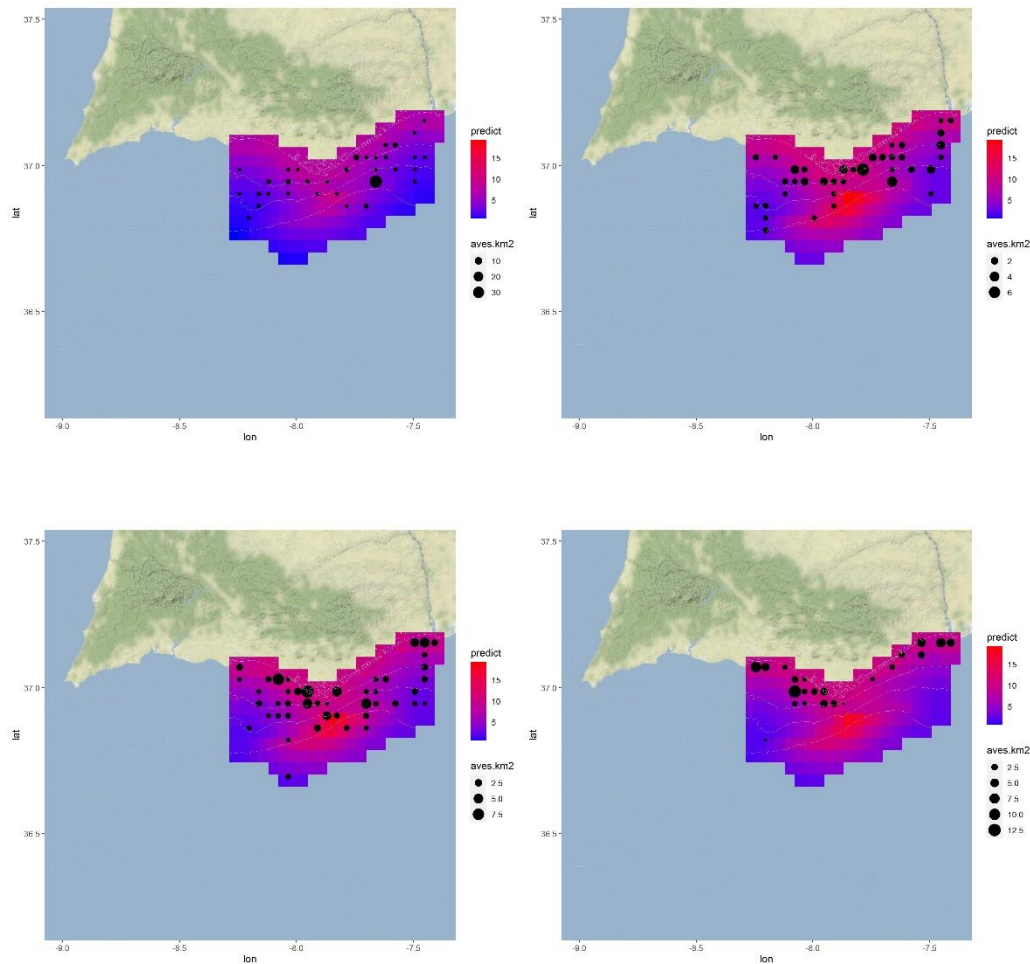


Figura 7 | Mapas de distribuição da abundância de alcaide na área de estudo durante o período reprodutivo (acima à esquerda), a pós-reprodução (acima à direita), a invernada (abaixo à esquerda) e a pré-reprodução (em baixo à direita).

3.7 Distribuição e abundância de gaivota-de-cabeça-preta

Tendo em conta o número reduzido de avistamentos de gaivota-de-cabeça-preta durante a reprodução (correspondente aos meses de abril e maio) e a migração pré-reprodutora (fevereiro a março), apenas se obtiveram resultados de modelação para o período pós-reprodutor (junho a novembro) e para a invernada (dezembro a janeiro). Com base no modelo seleccionado foram estimados os valores de abundância por quadrícula (4x4km) para a área de estudo. No total estimou-se uma população de 1173 indivíduos durante o período pós-reprodutivo e 3657 durante a invernada (tab. 10). Os valores de maior densidade observada foram registados na zona este e central, de maiores profundidades, da área de estudo (fig. 8).

Período	Densidade observada	Densidade estimada	População total estimada
Pós-reprodução	0,06 ± 0,64 (0 - 16,06)	0,49 ± 0,65 (0 - 3,2)	1173 (205 – 3038)
Invernada	0,31 ± 1,3 (0 - 11,73)	1,53 ± 1,99 (0,01 - 10,18)	3657 (1207 – 10726)

Tabela 10 | Valores de densidade observada e prevista (número de aves por km²) de gaivota-de-cabeça-preta na área de estudo. É também apresentado o valor total estimado para a população nessa área e os respetivos intervalos de confiança a 95%.

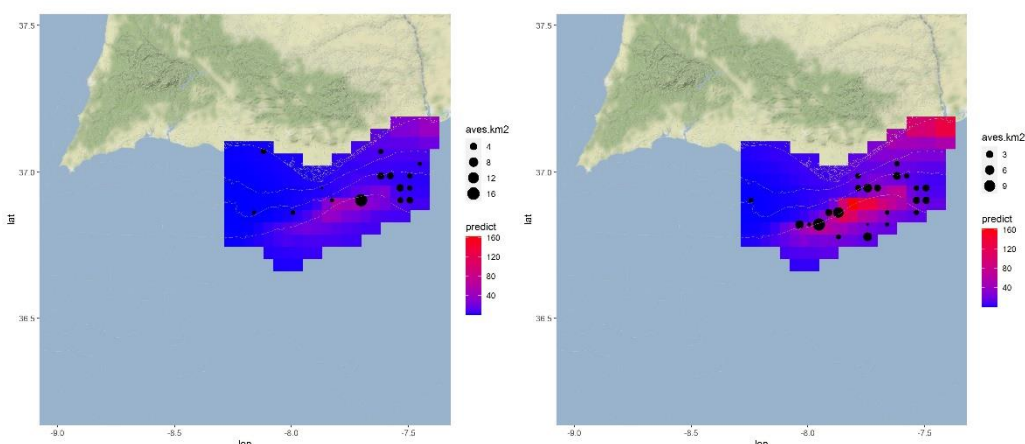


Figura 8 | Mapas de distribuição da abundância de gaivota-de-cabeça-preta na área de estudo durante o período pós-reprodutivo (à esquerda) e a invernada (à direita).

3.8 Distribuição e abundância de chilreta

Tendo em conta o número reduzido de avistamentos de chilreta em todos os períodos fenológicos, optou-se por utilizar apenas os dados de seguimento individual, compreendendo apenas o período reprodutor. As áreas com maior atividade foram registadas na zona costeira das ilhas de Faro, Deserta/Barreta e Cabanas de Tavira, próxima dos seus locais de nidificação (fig. 9).



Figura 9 | Mapa de distribuição da abundância de chilreita na área de estudo durante o período reprodutivo.

3.9 Distribuição do esforço de pesca

O esforço de pesca variou entre arte de pesca. Mas de uma forma geral, nota-se a concentração do esforço na faixa junto à costa, em particular na área em frente à Ilha Deserta/Barreta.

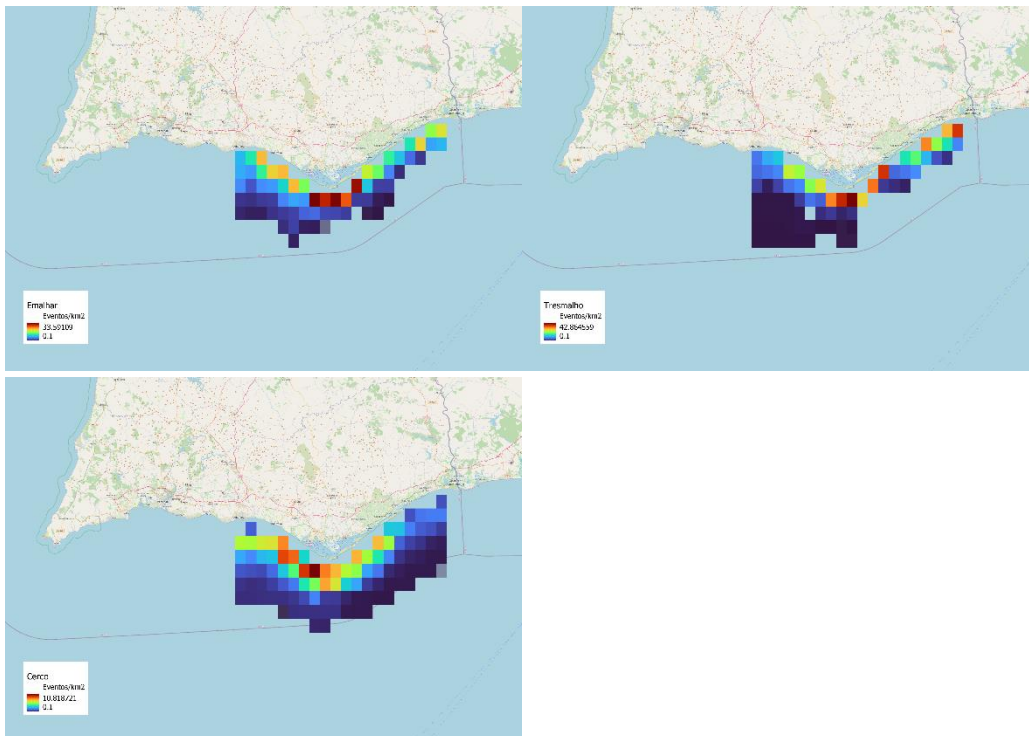


Figura 10 | Mapas de distribuição do esforço de pesca das redes de emalhar (acima à esquerda), tresmalho (acima à direita) e cerco (abaixo).

3.10 Identificação e delimitação da área de conservação - Zonation

Os dois cenários criados no exercício para identificação da área de conservação (com e sem esforço de pesca) tiveram resultados semelhantes. De forma a facilitar a leitura, incluiu-se neste relatório apenas o cenário escolhido, ou seja, aquele que inclui o esforço de pesca (fig. 11).

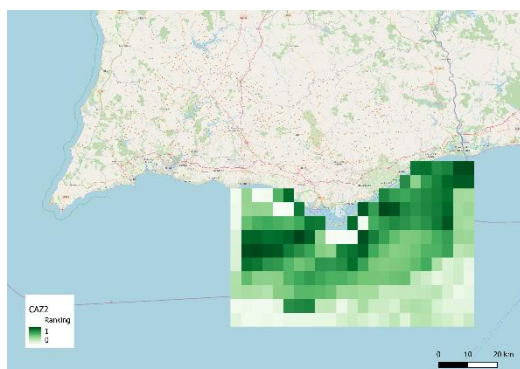


Figura 11 | Mapa com o ranking de prioridades na escolha das quadrículas, usando a regra de remoção de quadrículas CAZ2. O valor das quadrículas corresponde ao ranking atribuído pelo algoritmo do Zonation, sendo 1 o valor do ranking mais elevado.

É de notar que de forma geral, existem 2 zonas com uma concentração elevada de quadrículas com elevado ranking. Uma primeira zona na metade oeste da área de estudo, e uma segunda zona na metade nordeste. A segregação destas duas zonas deve-se à distribuição completamente distinta das duas espécies com maior peso de conservação na nossa análise, a gaivota-de-audouin e a pardela-balear. A primeira com uma maior concentração na zona oeste, e a segunda na zona nordeste. Tendo isto em conta, apresentam-se 2 cenários, o primeiro (cenário A) dando maior ênfase à gaivota-de-audouin e o segundo (cenário B) dando maior ênfase à pardela-balear.

A fração de uma determinada área alocada à conservação é variável. Normalmente, esta fração situa-se entre os 2 e os 20% das quadrículas com o ranking mais elevado, dependendo dos objetivos e das circunstâncias locais (Lehtomäki and Moilanen 2013, Dias et al. 2017). No nosso caso, 20% das 299 quadrículas em análise resultou em cerca de 60 quadrículas, havendo um decréscimo quase linear na cobertura a partir dos 55% de quadrículas com o ranking mais elevado (Anexo B).

No cenário A, onde se deu uma maior importância à gaivota-de-audouin, a área resultante compreendeu 60 quadrículas (fig. 12). Esta área incluiu uma proporção considerável da distribuição da espécie na área de estudo (tab. 11). Adicionalmente, fez-se o mesmo exercício, mas tendo em conta a adição da área da ZPE Ria Formosa atualmente designada, resultando num aumento de cerca de 70% da distribuição durante o período reprodutor (Anexo C). Tal aumento considerável foi também notório nas restantes espécies em análise, em particular a pardela-balear (que duplicou a % de distribuição coberta) e a chilreta.

No cenário B, onde se deu uma maior importância à pardela-balear, a área resultante compreendeu 29 quadrículas (cerca de 10% da área de estudo; fig. 12). Esta área incluiu uma proporção considerável da distribuição da espécie na área de estudo (tab. 11). Da mesma forma, repetiu-se o exercício tendo em conta a adição da área da ZPE Ria Formosa atualmente designada, resultando num aumento de cerca de 12% da distribuição durante os períodos em análise (Anexo C). Este aumento foi também notório para as restantes espécies em análise, mas menor do que o observado no cenário A.

Por fim, salienta-se que o cenário A parece ser o que garante a maior cobertura da distribuição das duas espécies com estatuto de conservação desfavorável, a gaivota-de-audouin e a pardela-balear.

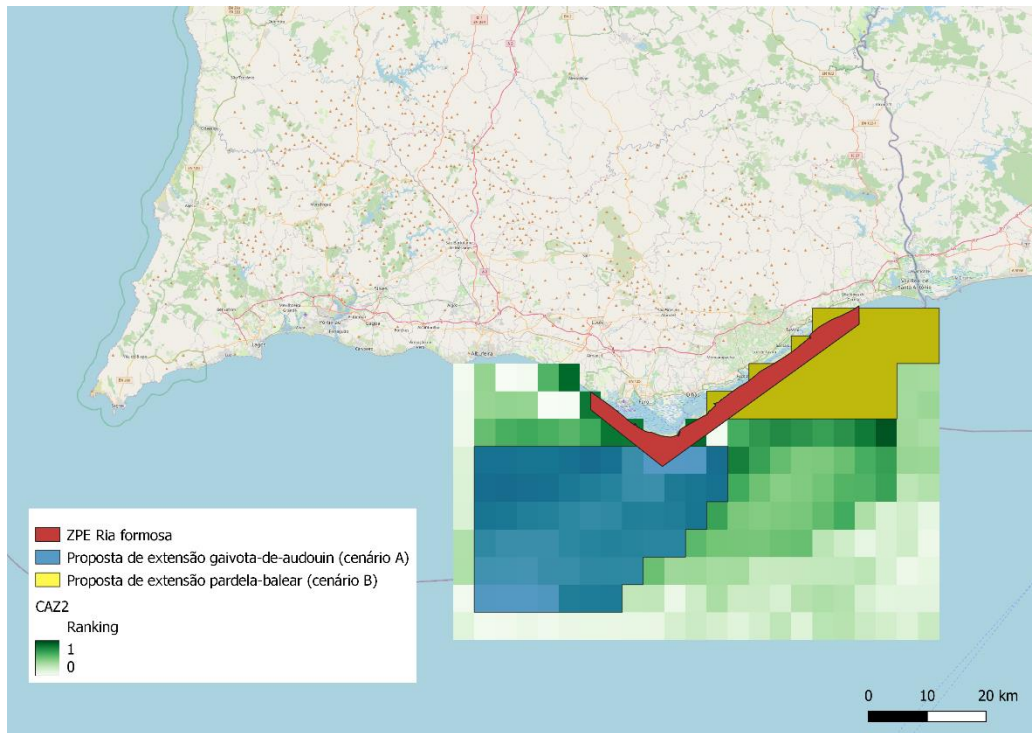


Figura 12 | Mapa com as áreas de conservação propostas, dando maior importância à gaivota-de-audouin (cenário A) ou dando maior importância à pardela-baleiar (cenário B).

Espécie	Período	% distribuição coberta	
		Cenário A	Cenário B
Pardela-balear	Reprodução	20,01	41,92
	Pré-reprodução	20,00	41,96
Gaivota-de-audouin	Reprodução	34,41	29,72
	Invernada	47,85	15,38
	Pré-reprodução	53,74	10,83
Cagarra	Reprodução	49,18	9,18
	Pós-reprodução	53,82	6,55
Alma-de-mestre	Reprodução	53,91	5,27
	Pós-reprodução	53,24	5,75
	Invernada	54,66	4,84
	Pré-reprodução	53,92	5,27
Alcatraz	Reprodução	35,62	24,94
	Pós-reprodução	33,90	23,43
	Invernada	33,85	23,47
	Pré-reprodução	33,44	24,17
Gaivota-de-cabeça-preta	Invernada	30,85	33,25
	Pré-reprodução	29,36	30,43
Alcaide	Reprodução	32,13	27,68
	Pós-reprodução	38,14	21,97
	Invernada	37,48	22,91
	Pré-reprodução	37,31	22,78
Chilreta	Reprodução	17,61	29,17

Tabela 11 | Percentagem de distribuição de cada espécie coberta pelas áreas propostas no cenário A (onde se deu maior importância à distribuição de gaivota-de-audouin) e no cenário B (onde se deu uma maior importância à distribuição de pardela-balear). As distribuições foram obtidas para cada período fenológico em separado, e apenas para os períodos em que haviam dados. A negrito salientam-se as distribuições cobertas para as respetivas espécies a que se deu maior importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

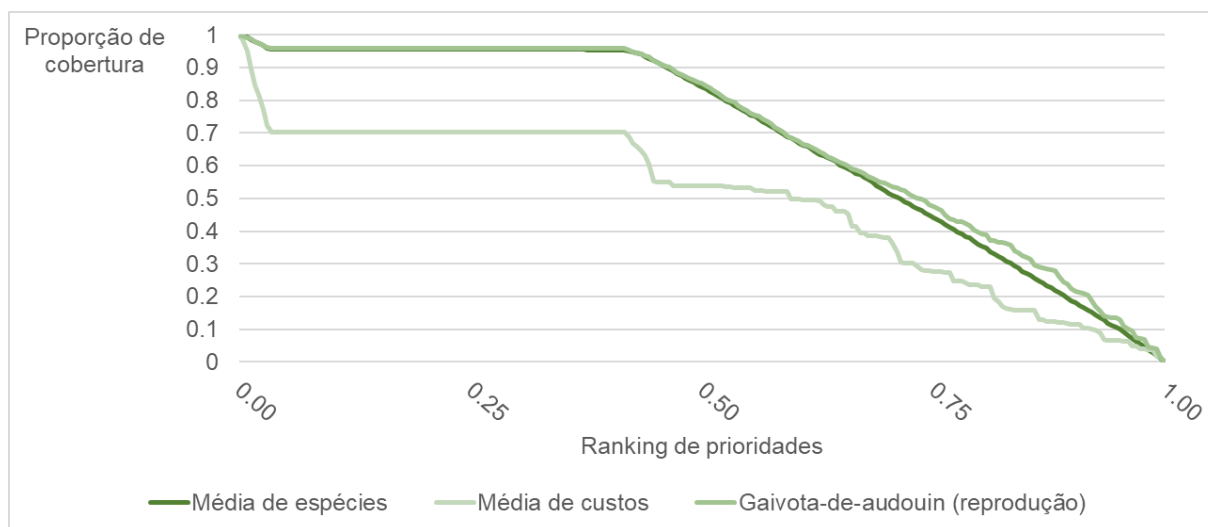
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 1998. Model Selection and Inference. A Practical Information-Theoretic Approach. Springer, New York, NY.
- Dias, M. P., S. Oppel, A. L. Bond, A. P. B. Carneiro, R. J. Cuthbert, J. González-Solís, R. M. Wanless, T. Glass, B. Lascelles, C. Small, R. A. Phillips, and P. G. Ryan. 2017. Using globally threatened pelagic birds to identify priority sites for marine conservation in the South Atlantic Ocean. *Biological Conservation* 211:76–84.
- Lehtomäki, J., and A. Moilanen. 2013. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation. *Environmental Modelling and Software* 47:128–137.
- Miller, D. L., E. Rexstad, L. Thomas, L. Marshall, and J. L. Laake. 2019. Distance Sampling in R. *Journal of Statistical Software* 89:1–28.
- Oliveira, N., A. Almeida, E. Silva, and J. Andrade. 2020. Análise de risco da captura acidental de aves marinhas nas ZPE de Portugal Continental. Lisboa.
- R Core Team. 2022. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RStudio Team. 2022. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA.
- Tasker, M. L., P. H. Jones, T. Dixon, and B. F. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: A review of methods employed and a suggestion for a standadized approach. *Auk* 101:567–577.

ANEXOS

A – Número de inquéritos realizados, trimestralmente, aos mestres de pesca entre dezembro de 2019 e dezembro de 2021, para as três artes de pesca em análise. É também apresentado o número de embarcações inquiridas.

Arte de pesca	Nº inquéritos	Nº embarcações
Redes de emalhar	303	112
Redes de tresmalho	342	119
Redes de cerco	67	20

B – Gráfico de desempenho geral do modelo selecionado no Zonation 5 para identificar as áreas prioritárias de conservação. É apresentada a relação entre a proporção de área coberta e o ranking de prioridades, para a média de todas as espécies e a média dos custos (artes de pesca). É também reproduzida a curva para a gaivota-de-audouin no período reprodutor.



C – Percentagem de distribuição de cada espécie coberta pelas áreas propostas no cenário A (onde se deu maior importância à distribuição de gaivota-de-audouin) e no cenário B (onde se deu uma maior importância à distribuição de pardela-balear), juntando a cada um destes cenários a área abrangida pela ZPE Ria Formosa já designada. As distribuições foram obtidas para cada período fenológico em separado, e apenas para os períodos em que haviam dados. A negrito salientam-se as distribuições cobertas para as respetivas espécies a que se deu maior importância.

Espécie	Período	% distribuição coberta da área proposta + ZPE	
		Cenário A	Cenário B
Pardela-balear	Reprodução	40,36	47,35
	Pré-reprodução	40,37	47,40
Gaivota-de-audouin	Reprodução	59,23	39,13
	Invernada	60,29	22,98
	Pré-reprodução	61,34	15,68
Cagarra	Reprodução	53,22	11,15
	Pós-reprodução	57,12	8,59
Alma-de-mestre	Reprodução	55,49	6,00
	Pós-reprodução	55,01	6,57
	Invernada	56,01	5,46
	Pré-reprodução	55,49	6,00
Alcatraz	Reprodução	45,53	30,01
	Pós-reprodução	45,84	28,28
	Invernada	45,91	28,31
	Pré-reprodução	45,83	29,16
Gaivota-de-cabeça-preta	Invernada	45,91	35,96
	Pré-reprodução	41,86	32,78
Alcaide	Reprodução	53,33	37,22
	Pós-reprodução	54,60	29,96
	Invernada	54,45	30,77
	Pré-reprodução	54,42	30,98
Chilreta	Reprodução	42,88	46,82