

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



Influência do ciclo das marés no padrão de avistamento do golfinho-comum (*Delphinus delphis*) no estuário do Tejo

Ana Rita Ramalho Cabaço

Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental

Relatório de estágio orientado por:
Susana França

2025

Agradecimentos

Na vida, nenhuma caminhada ou desafio se vive sozinho. A realização deste trabalho não teria sido possível sem o contributo, apoio e incentivo de muitas pessoas, a quem expresso a minha gratidão.

Primeiramente, quero agradecer à Ana e à Susana por terem aceite acompanhar-me neste projeto e por toda a orientação e disponibilidade constante ao longo deste processo. O vosso acompanhamento atento e a partilha de conhecimento, foram essenciais para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

A toda a equipa da WWF e especialmente à equipa de oceanos, por me terem recebido tão bem e por proporcionarem um ambiente acolhedor que me fez sentir integrada desde o início. Agradeço também por toda a ajuda e disponibilidade, ao longo deste percurso.

Não posso deixar de agradecer a todos os voluntários que estiveram envolvidos neste projeto, sem eles não seria possível desenvolver este programa de monitorização ambiental que é tão necessário. À Patrícia pela boa disposição e por toda a sua dedicação neste programa e, ainda, à administração do Porto de Lisboa por disponibilizar o local para a realização deste projeto.

Agradeço também à minha família, à minha mãe, ao meu pai, ao meu irmão e às minhas avós por todo o carinho e apoio em todas as etapas da minha vida e do meu percurso académico, sendo que esta não foi exceção. Um obrigada também aos meus priminhos por, apesar da distância, me acompanharem e me terem ensinado a enfrentar os desafios e dificuldades com tanta leveza e alegria.

Ao meu namorado, obrigada por toda a compreensão, paciência e incentivo constante que me fez não desistir. Obrigada por estares sempre ao meu lado, por me apoiares, cuidares de mim e por acreditares sempre em mim. Consegues sempre arrancar-me um sorriso, obrigada por tudo.

À família do meu namorado, por toda a gentileza, apoio e palavras amigas!

A todos os meus amigos do Redondo, do ISA e do mestrado que, cada um à sua maneira, tornam os meus dias mais leves e felizes, a presença e amizade de cada um foi fundamental neste percurso.

E, por fim, mas não menos importante, um agradecimento especial às minhas cadelinhas, pela companhia silenciosa e pelo afeto incondicional, por serem um refúgio para mim que ajuda também a cuidar da minha saúde mental.

Resumo

Este estudo analisou a influência do ciclo das marés no padrão de avistamento do golfinho-comum (*Delphinus delphis*) a jusante do estuário do Tejo, no âmbito do programa “Observatório Golfinhos no Tejo”. A metodologia consistiu na aplicação do método de *scan sampling*, com observações realizadas a partir da torre VTS, em Algés, entre março de 2023 e março de 2025, totalizando 1092 horas de esforço em 216 dias. Os dados recolhidos, através de binóculos e telescópio, incluíram comportamentos observados, condições ambientais, localização e atividades humanas. Para avaliar a influência do tipo de maré nas ocorrências, bem como das fases da maré nas ocorrências, comportamentos e distribuição espacial do golfinho-comum, foram aplicados testes estatísticos como o qui-quadrado e o de Kruskal-Wallis. Os resultados revelaram que a ocorrência do golfinho-comum é influenciada pelas fases e pelo tipo de maré, demonstrando maior frequência de ocorrência durante a vazante e maré morta. A distribuição espacial variou consoante as fases da maré, enquanto que o tipo de comportamento não mudou significativamente entre as fases, sugerindo uma estratégia comportamental estável. A busca de presas e alimentação foram mais evidentes durante a maré baixa, sugerindo uma associação entre a disponibilidade de alimento e esta fase. Observou-se ainda que a espécie ajusta a sua presença e atividade em resposta às oportunidades ecológicas proporcionadas pela dinâmica da maré, otimizando o comportamento alimentar em função das condições locais do estuário e minimizando custos energéticos. A deslocação e busca de presas foram os comportamentos mais observados (84,7% das ocorrências), evidenciando que o estuário do Tejo constitui uma importante área de passagem e alimentação para o golfinho-comum.

Palavras-chave: “Observatório Golfinhos no Tejo”, *scan sampling*, comportamentos, fases da maré, distribuição espacial.

Abstract

This study analyzed the influence of the tidal cycle on the sighting pattern of common dolphins (*Delphinus delphis*) downstream of the Tagus estuary, as part of the “Observatório Golfinhos no Tejo” program. The methodology consisted of applying the scan sampling method, with observations made from the VTS tower in Algés between March 2023 and March 2025, totaling 1092 hours of effort over 216 days. The data collected, using binoculars and a telescope, included observed behaviors, environmental conditions, location, and human activities. To assess the influence of the type of tide on occurrences, as well as the tidal phases on occurrences, behaviors, and spatial distribution of the common dolphin, statistical tests such as chi-square and Kruskal-Wallis were applied. The results revealed that the occurrence of common dolphins is influenced by the phases and type of tide, with a higher frequency of occurrence during ebb and slack tide. Spatial distribution varied according to the tidal phases, while the type of behavior did not change significantly between phases, suggesting a stable behavioral strategy. The search for prey and feeding were more evident during low tide, suggesting an association between food availability and this phase. It was also observed that the species adjusts its presence and activity in response to the ecological opportunities provided by tidal dynamics, optimizing feeding behavior according to local estuary conditions and minimizing energy costs. Travelling and prey search were the most frequently observed behaviors (84,7% of occurrences), showing that the Tagus estuary is an important passageway and feeding area for the common dolphin.

Keywords: “Observatório Golfinhos no Tejo”, *scan sampling*, behaviors, tidal phases, spatial distribution.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de tabelas.....	viii
1. Introdução	1
1.1. O Estuário do Tejo	1
1.2. Avistamentos de cetáceos no estuário do Tejo	2
1.3. Caracterização geral das espécies de cetáceos observáveis no estuário.....	2
1.4. Ciclo das marés	4
1.5. Objetivos do estudo.....	5
2. Materiais e métodos	7
2.1. Área de estudo.....	7
2.2. Recolha de dados	7
2.3. Análise de dados	10
2.3.1. Influência das fases da maré na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum	10
2.3.2. Influência das fases da maré na distribuição espacial do golfinho-comum	10
2.3.3. Influência das fases da maré nos comportamentos do golfinho-comum.....	11
2.3.4. Relação entre a distribuição espacial e comportamentos do golfinho-comum	11
2.3.5. Influência das marés vivas e mortas na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum.....	11
3. Resultados	12
3.1. Esforço de amostragem.....	12
3.2. Influência das fases da maré na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum	13
3.3. Influência das fases da maré na distribuição espacial do golfinho comum	14
3.4. Influência das fases da maré nos comportamentos do golfinho-comum	15
3.5. Relação entre a distribuição espacial e comportamentos do golfinho-comum	16
3.6. Influência das marés vivas e mortas na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum.....	17
4. Discussão	19
4.1. Potenciais riscos.....	22
4.2. Conclusão.....	22
4.3. Perspetivas futuras	22
5. Referências.....	24

6. Anexos	30
Anexo I- Folhas de registo	30
Anexo II- Participação na atividades desenvolvidas pela WWF	33

Índice de figuras

Figura 1.1- Distribuição global do golfinho-comum (<i>Delphinus delphis</i>). Adaptado de <i>IUCN Red List of Threatened Species</i> (2021).....	3
Figura 2.1- Localização e mapa da área de estudo subdividida por oito setores: 1-Pilar Sul/Banática, 2-Banática/Porto Brandão, 3-Porto Brandão/OZ, 4-OZ/Silopor, 5-Silopor/Cova do Vapor, 6-Cova do Vapor/Búgio, 7-Búgio/Forte de São Julião, 8-Forte de São Julião/ISN/Caxias. As abreviaturas N, S, SO e NO indicam as principais direções consideradas na área de estudo: N (Norte), S (Sul), SO (Sudoeste) e NO (Noroeste).....	7
Figura 2.2 e 2.3- Observações realizadas a partir do observatório com recurso a binóculos e telescópio, respetivamente.	8
Figura 3.1- Percentagens das espécies avistadas: <i>Delphinus delphis</i> (azul), <i>Tursiops truncatus</i> (laranja), <i>Phocoena phocoena</i> (verde) e outros avistamentos onde não foi possível identificar as espécies presentes (N ID) (amarelo).	12
Figura 3.2- Número de avistamentos (barras azuis) e respetivas taxas de avistamentos mensais (linha azul) do golfinho-comum, entre março de 2023 e março de 2025. A linha vermelha corresponde à linha de tendência das taxas de avistamentos.	13
Figura 3.3- Percentagens do número de ocorrências dos avistamentos em cada fase da maré, considerando o número total (ocorrências e ausências) para cada fase.	13
Figura 3.4- Percentagens do número de ocorrências por setor em cada fase da maré, tendo em conta o número de ocorrências total nos setores para cada fase.	15
Figura 3.5- Percentagens do número total de ocorrências para os diferentes comportamentos observados: Alimentação (A), Busca de presas (BP), Deslocação (D) e Socialização (S).	15
Figura 3.6- Percentagens do número de ocorrências por comportamento em cada fase da maré, considerando o número de total de ocorrências dos comportamentos para cada fase.	16
Figura 3.7- Comportamentos e respetivos setores que contribuíram mais para cada associação, adaptados à área de estudo.	17
Figura 3.8- Percentagens do número de ocorrências dos avistamentos para a maré viva e maré morta, considerando o número total (ocorrências e ausências) para cada tipo de maré.....	18
Figura 6.1- Participantes do workshop “Consumo e Comércio de Tubarões e Raias em Portugal”, Oceanário de Lisboa, 9 de dezembro de 2024.	34
Figura 6.2 e 6.3- Participantes na formação teórica e formação prática, respetivamente.	34

Índice de tabelas

Tabela 2.1- Padrões comportamentais considerados para este estudo. Adaptado de Neumann, 2001....9	
Tabela 3.1- Resíduos padronizados entre a combinação dos registros de ocorrência de avistamentos e fases da maré..... 14	14
Tabela 3.2- Resíduos padronizados entre a combinação dos comportamentos e setores..... 17	17
Tabela 3.3- Resíduos padronizados entre a combinação dos registros de ocorrência de avistamento e tipo da maré..... 18	18

1. Introdução

A ocorrência de golfinhos em estuários pode ser influenciada por diversos fatores ambientais, como é o caso do ciclo das marés. Em certas regiões do mundo, o efeito da maré condiciona a presença de indivíduos não residentes no interior dos estuários (Rodríguez *et al.*, 2021). Consoante as fases da maré, verificam-se alterações na distribuição espacial, no uso de habitat e no comportamento alimentar por parte dos golfinhos, principalmente devido à variação na disponibilidade de presas, que é diretamente afetada por este ciclo (Batista *et al.*, 2022).

Este estudo integra-se no programa de monitorização a partir de terra “Observatório Golfinhos no Tejo”, desenvolvido pela WWF Portugal (World Wide Fund for Nature) em parceria com o MARE (Centro de Ciências do Mar e do Ambiente) e a APL (Administração do Porto de Lisboa), com o intuito de compreender melhor as visitas dos golfinhos ao estuário do Tejo, focando-se na análise dos padrões espaciais, sazonais e de comportamento de utilização deste habitat por parte destes animais.

1.1. O Estuário do Tejo

Os estuários são ecossistemas costeiros que funcionam como zonas de transição entre a água doce do rio e a água salgada do oceano, com características físico-químicas e biológicas únicas (Mitra *et al.*, 2016). Estes são reconhecidos pela sua elevada produtividade e por fornecerem diversos e importantes serviços de ecossistema, incluindo serviços de suporte como a formação do solo, realização da fotossíntese e circulação de nutrientes. Também promovem serviços de provisão por serem fontes de água, alimento e matéria prima e serviços de regulação, sendo que ajudam a prevenir a erosão costeira, atuam como filtros naturais, são reservatórios de carbono e contribuem para a resiliência climática (Batista *et al.*, 2022). Fornecem também serviços culturais como o ecoturismo, e a promoção do bem-estar físico e mental, através de atividades recreativas, e inspiração artística (Batista *et al.*, 2022). Para além disso, constituem áreas de alimentação, reprodução e refúgio para uma grande variedade de espécies marinhas, entre elas várias pertencentes à ordem dos cetáceos, como os golfinhos (Batista *et al.*, 2022). Contudo este ambiente está sujeito a várias pressões, tanto de origem natural como de origem antrópica, condicionando a sua qualidade ambiental (Vasconcelos *et al.*, 2007) e pondo em causa a prestação dos serviços de ecossistema. Nesse contexto, considerando que os cetáceos são espécies-sentinela, a saúde deste ecossistema pode ser avaliada através destes animais, uma vez que a sua presença ou ausência e respetivos comportamentos refletem a qualidade ambiental, atuando assim como bons bioindicadores (Kiszka *et al.*, 2022). É por isto necessário compreender a relação entre as diferentes espécies de golfinhos e o estuário, não só por refletirem o estado da qualidade ambiental, como também porque desempenham um importante papel enquanto espécies-chave e predadores de topo, podendo alterar o funcionamento da estrutura das comunidades biológicas (Batista *et al.*, 2022).

O estuário do Tejo é o maior de Portugal e um dos maiores estuários da costa atlântica da Europa (França *et al.*, 2008), apresentando uma área de 320 km² e uma extensão de 50 km (Bertin *et al.*, 2015). Este situa-se numa área metropolitana densamente povoada, o que o torna vulnerável a diversas pressões resultantes das atividades humanas, tais como o escoamento de águas residuais, construção de infraestruturas, dragagens, entre outros (Vaz *et al.*, 2019). Uma vez que um dos principais terminais de navegação a nível nacional (Porto de Lisboa), se localiza neste estuário, o tráfego marítimo nesta zona é muito intenso, sendo frequente a presença de embarcações comerciais, transporte de passageiros e mercadorias, atividades de pesca, embarcações de recreio, desporto náutico e turismo. Como resultado da combinação destas e de outras pressões, o estuário do Tejo é considerado o estuário português mais impactado (Vasconcelos *et al.*, 2007). Estas pressões desencadeiam também

consequências significativas para os golfinhos como a escassez de presas, destruição de habitat e captura acidental (Bearzi *et al.*, 2003), podendo condicionar o seu aparecimento nesta área. Além disso, a sua ocorrência neste estuário também está associada a vários parâmetros físico-químicos como a salinidade, temperatura, disponibilidade de nutrientes e, ainda, concentração de clorofila (Batista *et al.*, 2022).

Este estuário apresenta um regime mesotidal (amplitudes de maré de 1 a 4 metros) com marés semidiurnas (Martins *et al.*, 2023), verificando-se aproximadamente duas preia-mar e duas baixa-mar em cada dia (Instituto Hidrográfico, 2009). Devido à alteração de posição do Sol e da Lua um em relação ao outro, as alturas da baixa-mar (maré baixa) e da preia-mar (maré alta) variam de dia para dia (Nybakken *et al.*, 2005), sendo que o intervalo de tempo entre ambas é de, em média, 6h 13m (Instituto Hidrográfico, 2009).

1.2. Avistamentos de cetáceos no estuário do Tejo

No século XX os avistamentos de cetáceos no estuário do Tejo tornaram-se mais frequentes, possivelmente devido à predação de choco e lula (Batista *et al.*, 2022). No entanto, na década de 1960 as observações dos mesmos começaram a ser cada vez mais raras, sendo este declínio associado à pesca excessiva das suas presas e à poluição (Brito, 2019). Após 40 anos os golfinhos voltaram a ser avistados no estuário do Tejo, entre os quais se identificaram as espécies golfinho-comum (*Delphinus delphis*) e golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*). Este reaparecimento foi justificado, pelos meios de comunicação, com uma possível recuperação ecológica do estuário, que teria favorecido o regresso de uma antiga população residente de golfinhos. Contudo, concluiu-se que os golfinhos sempre visitaram o estuário do Tejo e não existem informações indicativas de se tratarem de populações residentes neste local (Batista *et al.*, 2022). Atualmente, a qualidade ambiental do estuário do Tejo parece ter melhorado, sugerindo que esta melhoria pode estar a influenciar o aumento da frequência de avistamentos dos golfinhos (Batista *et al.*, 2022). Para além disso, neste estuário é comum a ocorrência de presas preferenciais pelos golfinhos, nomeadamente a tainha, o choco e o sargo (Batista *et al.*, 2022; Costa, 2021). Embora ainda persista alguma escassez de dados e de divulgação científica sobre a presença de cetáceos nesta área, o Observatório tem vindo a desempenhar um papel muito importante para a obtenção e partilha destas informações. Este situa-se na Torre VTS, onde se encontra instalado o Centro de Coordenação e Controlo de Tráfego Marítimo e Segurança que visa coordenar e controlar a navegação dentro da área de jurisdição da APL. Este sistema garante a segurança e eficiência do tráfego marítimo, através do controlo da movimentação das embarcações, planeamento das estadias dos navios comerciais no porto e, ainda, permite o sistema de navegação assistida (Administração do Porto de Lisboa, 2025).

1.3. Caracterização geral das espécies de cetáceos observáveis no estuário

Atualmente, no estuário do Tejo ocorrem três espécies diferentes de cetáceos, sendo elas o golfinho-comum (*Delphinus delphis*), o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) e o boto (*Phocoena phocoena*) (Batista *et al.*, 2022).

O golfinho-comum é a espécie mais avistada neste estuário (Silva *et al.*, 2024) e a espécie mais frequente na costa portuguesa (ICNF, 2025) com uma ampla distribuição (Figura 1.1) (Caputo *et al.*, 2020), sendo considerado o cetáceo mais abundante em águas costeiras e *offshore* de zonas temperadas e tropicais do Atlântico e do Pacífico (Paradell *et al.*, 2019; Perrin *et al.*, 2009).

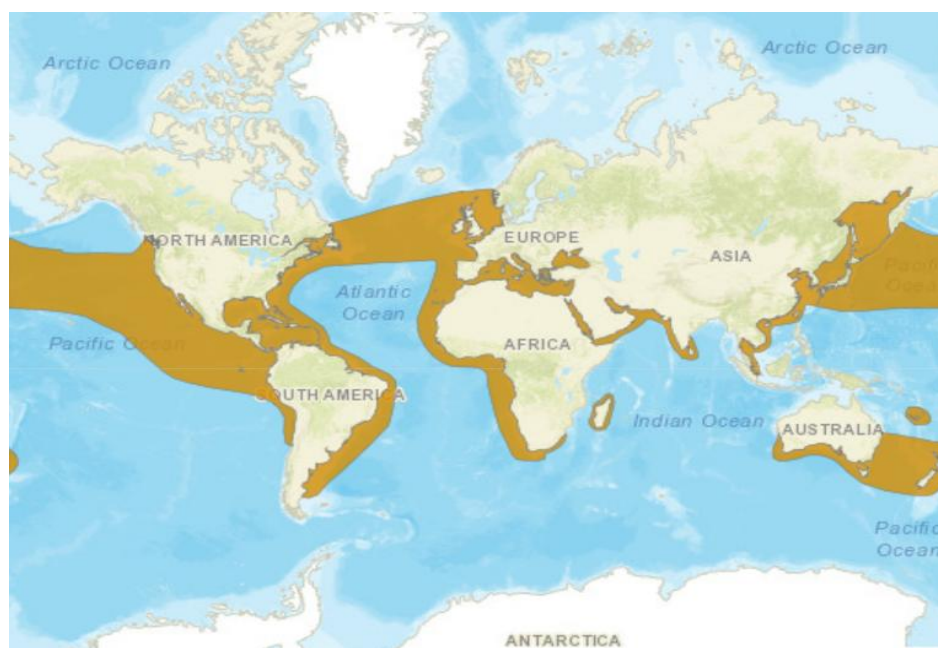


Figura 1.1- Distribuição global do golfinho-comum (*Delphinus delphis*). Adaptado de *IUCN Red List of Threatened Species* (2021).

Esta espécie destaca-se pela coloração característica do corpo, apresentando no flanco, um padrão em forma de ampulheta, com a parte anterior amarela e a posterior cinzenta, e uma mancha escura em forma de triângulo localizada abaixo da barbatana dorsal. O dorso exibe uma tonalidade cinzenta escura, enquanto que a região ventral é clara (Stewart *et al.* 2002). Estas particularidades morfológicas, facilitam assim a sua identificação em relação às outras duas espécies de cetáceos que ocorrem no estuário. O seu peso pode variar entre 70 e 110 kg, enquanto que o seu comprimento pode chegar até aos 2,40 metros (ICNF, 2025). A esperança média de vida é de, pelo menos, 25 a 30 anos (Stewart *et al.* 2002). Trata-se de uma espécie altamente sociável, que forma grupos numerosos (entre 10-500 indivíduos), cuja dimensão varia sazonalmente e ao longo do dia (Castro *et al.* 2022; Castro *et al.* 2020).

O golfinho-comum, classificado como “Pouco Preocupante” (*Least Concern*) pela *IUCN Red List of Threatened Species* a nível global, foi recentemente reclassificado pelo Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal continental (Mathias *et al.*, 2023) de “Pouco Preocupante” para “Quase Ameaçado” (*Near Threatened*). Embora seja a espécie de cetáceo mais abundante de Portugal continental, apresenta taxas de mortalidade particularmente expressivas devido a capturas acidentais por artes de pesca (Dias *et al.* 2022). Com base nestas taxas, estima-se que a população venha a ter uma redução que poderá ascender a 30% nos próximos 39 anos (Mathias *et al.*, 2023). Para além desta ameaça, enfrenta outras que também comprometem o seu estatuto de conservação, como a poluição química e sonora, alterações climáticas e perturbações causadas por embarcações (turísticas e/ou militares) (Murphy *et al.* 2013). Assim sendo, a implementação de medidas para reduzir a mortalidade causada por capturas acidentais bem como medidas de gestão e conservação da espécie nos locais onde ocorre, são essenciais para evitar o agravamento da situação populacional desta espécie em Portugal. O golfinho-comum, assim como outros cetáceos, está legalmente protegido por inúmeras legislações tanto a nível nacional, como a nível internacional, destacando: a Diretiva de Habitats (92/43/EEC) que garante que os Estados-Membros monitorem o seu *status* de conservação (Murphy *et al.* 2013) e, ainda,

a Diretiva Quadro sobre a Estratégia Marinha (DQEM) que exige que os Estados-Membros desenvolvam estratégias para alcançar um bom estado ambiental, incluindo indicadores para cetáceos (Murphy *et al.* 2013).

O golfinho-roaz é uma espécie de cetáceo com porte robusto, com um peso que pode variar entre 150 e 600 kg e um comprimento que oscila entre 2 e 4 metros (ICNF, 2025). Apresenta um padrão cinzento escuro uniforme no dorso, que aclara gradualmente em direção a um ventre branco ou rosado (Jefferson *et al.* 2011). A cabeça é caracterizada por um melão frontal arredondado, com um sulco profundo a separar o bico da testa (Harper *et al.* 2008). Trata-se de uma espécie cosmopolita, amplamente distribuída em águas temperadas e tropicais, um pouco por todo o mundo (Jefferson *et al.* 2011). Em Portugal, destaca-se a população residente no estuário do Sado e, mais recentemente, uma população residente no arquipélago dos Açores (ICNF, 2025). Segundo o estatuto global da *IUCN Red List of Threatened Species* e o Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental, o golfinho-roaz possui em ambos um estatuto de conservação de “Pouco Preocupante” (*Least Concern*).

Apesar do golfinho-comum e golfinho-roaz partilharem áreas de alimentação, os encontros diretos entre estas espécies são raros, uma vez que se verifica competição interespecífica entre ambas (Methion e Díaz, 2021). Além disso, existem relatos que indicam que os golfinhos-roazes tendem a assumir comportamentos dominantes, acabando por expulsarem ou afastarem os golfinhos-comuns dessas mesmas áreas (Methion e Díaz, 2021).

O boto é o cetáceo mais pequeno que ocorre na costa portuguesa, sendo que o seu comprimento médio é cerca de 1,50 m e o máximo que já foi registado é de 2,08 m. Ao contrário dos outros golfinhos, a sua cabeça não apresenta um bico bem delineado, e a barbatana dorsal é pequena e nitidamente triangular (ICNF, 2025). Este apresenta uma coloração escura na parte do dorso e aclara nos lados em direção ao ventre mais claro e barbatanas peitorais escuras (Stewart *et al.* 2002). Esta espécie geralmente ocorre em grupos pequenos (1 a 3 animais), não evidencia comportamentos aéreos (como saltos), não acompanha embarcações e raramente interage com outras espécies de cetáceos, podendo ser atacado ou morto com facilidade por outros delfínidos (Würsig *et al.*, 2017). A população de botos está em declínio a nível mundial (Jefferson *et al.* 2011) e, à semelhança de *D. delphis*, o seu estatuto de conservação foi reclassificado. Segundo o Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental, esta espécie estava anteriormente classificada como “Vulnerável” (VU) e é agora considerada “Críticamente em Perigo” (CR) (Mathias *et al.*, 2023). Esta reclassificação deveu-se ao aumento do conhecimento sobre a população e sobre as ameaças que enfrenta (capturas acidentais, degradação do habitat e poluição).

1.4. Ciclo das marés

O estuário do Tejo é caracterizado por um regime mesotidal (amplitudes de maré de 1 a 4 metros) com marés semidiurnas (Martins *et al.*, 2023), verificando-se aproximadamente duas preia-mar e duas baixa-mar em cada dia (Instituto Hidrográfico, 2009). Devido à alteração de posição do Sol e da Lua um em relação ao outro, as alturas da baixa-mar (maré baixa) e da preia-mar (maré alta) variam de dia para dia (Nybakken *et al.*, 2005), sendo que o intervalo de tempo entre ambas é de, em média, 6h 13m (Instituto Hidrográfico, 2009).

O movimento dos golfinhos está relacionado com o ciclo das marés, uma vez que facilita ou dificulta a sua deslocação e influencia o movimento das suas presas (Fury *et al.*, 2011). Estes aproveitam o fluxo das marés de forma a reduzirem os seus custos energéticos (Gregory *et al.*, 2001), com maior atividade alimentar durante a enchente (Rodríguez *et al.*, 2021), fase que coincide com a entrada de peixes de menor dimensão nos estuários (Batista *et al.*, 2022).

No contexto desta temática, verifica-se uma carência significativa de informação sobre o golfinho-comum, uma vez que a maioria dos estudos existentes focam-se predominantemente noutras espécies.

Estudos realizados em várias regiões, como Cardigan Bay (País de Gales), Moray Firth (Escócia) e Marsdiep (Holanda), indicam que os golfinhos-roazes e botos apresentam um maior número de avistamentos durante a enchente e maré alta (IJsseldijk *et al.*, 2015; Mendes *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2001). Isto ocorre visto que, durante essas fases, a frente da maré cria uma zona de acumulação de alimento, especialmente na área de transição do mar para o rio (Mendes *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2001). O comportamento alimentar é particularmente frequente nesses períodos, representando 59,9% do tempo no caso dos botos (Goodwin, 2008), muitas vezes em associação com aves marinhas, o que reforça a ideia de que a disponibilidade de alimento é o principal fator que atrai estes animais durante determinadas fases da maré. Em algumas situações, os golfinhos adotam a estratégia de nadar contra a corrente para obter maiores ganhos alimentares, mesmo que isso implique um maior gasto energético (Hastie *et al.*, 2004). Contudo, o uso de habitat varia conforme as características locais, como topografia e hidrodinâmica, sendo que em certas regiões os golfinhos utilizam áreas específicas para alimentação, enquanto outras são utilizadas como corredores de passagem (Goodwin, 2008).

Para além disso, é importante ter em conta as fases da lua dado que estas têm uma influência direta nas fases da maré. As marés vivas (ou marés de sizígia) ocorrem durante as fases de lua cheia e lua nova, resultando em marés com maiores amplitudes. Por outro lado, as marés mortas (ou marés de quadratura) surgem durante o quarto crescente e o quarto minguante, sendo caracterizadas por uma menor amplitude, com variações menores entre a maré alta e a maré baixa (Pugh *et al.*, 2014). No entanto, estudos mostram que nem sempre a amplitude das marés é o principal fator a influenciar a ocorrência e comportamento dos golfinhos em estuários. Para algumas espécies, como é o caso do golfinhos-corcunda-indopacífico (*Sousa chinensis*), verifica-se uma maior sensibilidade à fase específica da maré (alta ou baixa) e à estação do ano, do que propriamente ao tipo de maré (Li *et al.*, 2018).

Contudo, as fases da lua não só têm um impacto direto no ciclo das marés como também influenciam a luminosidade noturna, afetando o comportamento de vários organismos marinhos. Estudos indicam que o comportamento alimentar do golfinho-comum pode ser influenciado pelas fases da lua, sobretudo devido à variação da luminosidade (Simonis *et al.*, 2017). Em períodos de menor luminosidade lunar, como na lua nova, os golfinhos apresentam uma maior atividade de ecolocalização e alimentação, uma vez que as suas presas sobem à superfície, tornando-se mais acessíveis. Por outro lado, em noites de lua cheia, as presas tornam-se mais vulneráveis porque a luminosidade é maior, o que faz com que estas permaneçam em profundidade, resultando numa menor atividade alimentar por parte dos golfinhos (Simonis *et al.*, 2017).

Posto isto, considerar o ciclo das marés é fundamental não só para verificar se os padrões descritos noutros estudos também se aplicam ao golfinho-comum, como também porque esta variável ainda não foi explorada nem estudada no estuário do Tejo. Até ao momento, os estudos realizados nesta área concentram-se sobretudo nos efeitos das embarcações nos comportamentos do golfinho-comum, bem como na sua ocorrência e utilização de habitat (Silva *et al.*, 2024; da Silva, 2023; Jesus, 2023).

1.5. Objetivos do estudo

O propósito deste estudo é avaliar de que forma o ciclo das marés influencia o padrão de avistamento do golfinho-comum (*Delphinus delphis*), na área a jusante do estuário do Tejo, uma vez que esta é a espécie mais avistada neste local (Silva *et al.*, 2024). Neste sentido, foram estabelecidos

alguns objetivos específicos nomeadamente, i) analisar como o ciclo das marés influencia o registo de ocorrência e distribuição do golfinho-comum nesta área, considerando as diferentes fases da maré. Para além disso, pretende-se ii) determinar se os comportamentos desta espécie variam em função das fases da maré e, ainda, iii) avaliar o registo de ocorrência nos diferentes tipos de maré (viva ou morta).

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

O estuário do Tejo apresenta uma geomorfologia complexa constituída por uma enseada estreita, longa e profunda (de 25 a 49 m) de areia e lodo, que permite a ligação da área inferior do estuário ao oceano Atlântico (Vaz *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2024). A salinidade apresenta uma variação desde 0, a cerca de 50 km a montante da foz até, aproximadamente, 37 na zona da foz do estuário, enquanto que a temperatura da água varia entre 8°C a 26°C (Cabral *et al.*, 2001). A área de estudo encontra-se localizada próxima da foz do estuário do Tejo (com coordenadas aproximadas de 38° 40' 56.3" N, 9° 15' 55.7" W), cobrindo uma área de 28 km² (Silva *et al.*, 2024). Esta foi subdividida em oito setores (Figura 2.1), que correspondem a pontos de referência em terra, facilitando assim a perceção dos padrões de utilização espacial por parte dos golfinhos.

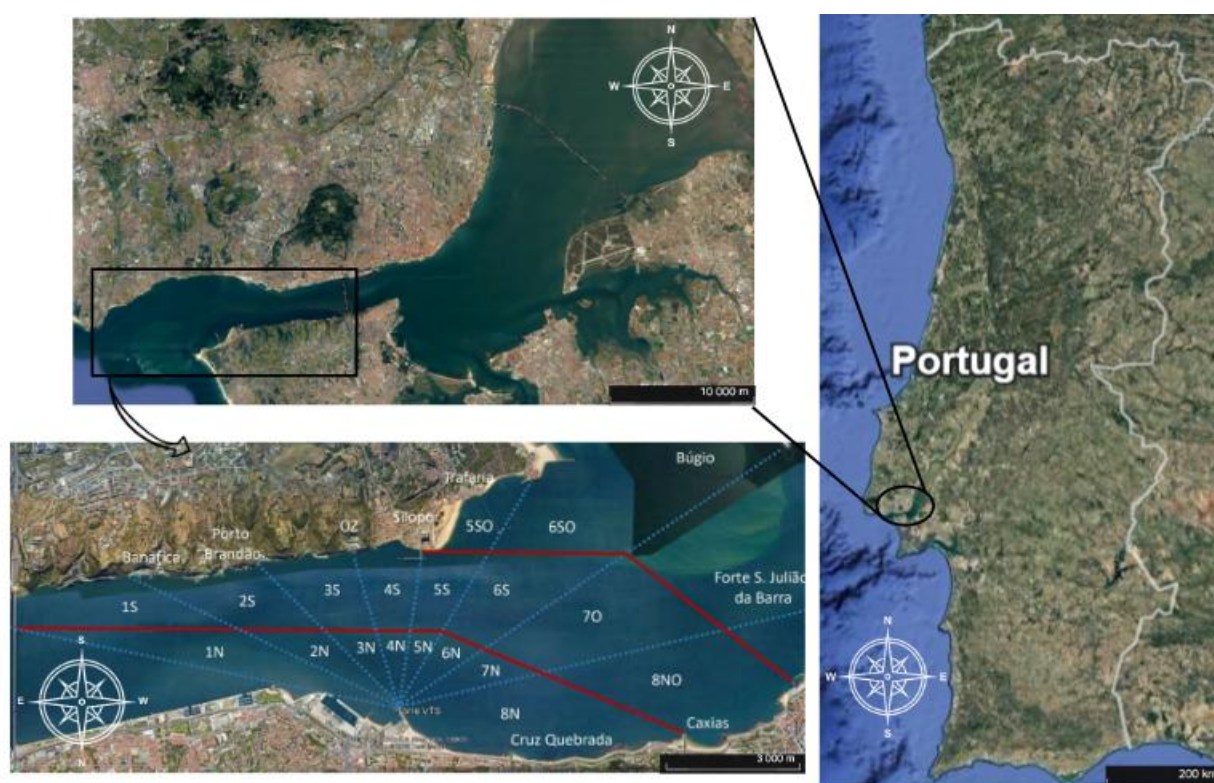


Figura 2.1- Localização e mapa da área de estudo subdividida por oito setores: 1-Pilar Sul/Banática, 2-Banática/Porto Brandão, 3-Porto Brandão/OZ, 4-OZ/Silopor, 5-Silopor/Cova do Vapor, 6-Cova do Vapor/Búgio, 7-Búgio/Forte de São Julião, 8-Forte de São Julião/ISN/Caxias. As abreviaturas N, S, SO e NO indicam as principais direções consideradas na área de estudo: N (Norte), S (Sul), SO (Sudoeste) e NO (Noroeste).

2.2. Recolha de dados

Para este estudo, os dados considerados são referentes a dois anos, entre março de 2023 até março de 2025. Estes dados foram obtidos através de observações a partir de terra, de um ponto fixo, o piso 8 da Torre VTS em Algés, realizadas por uma equipa de investigadores e voluntários (Figura 2.2 e 2.3).

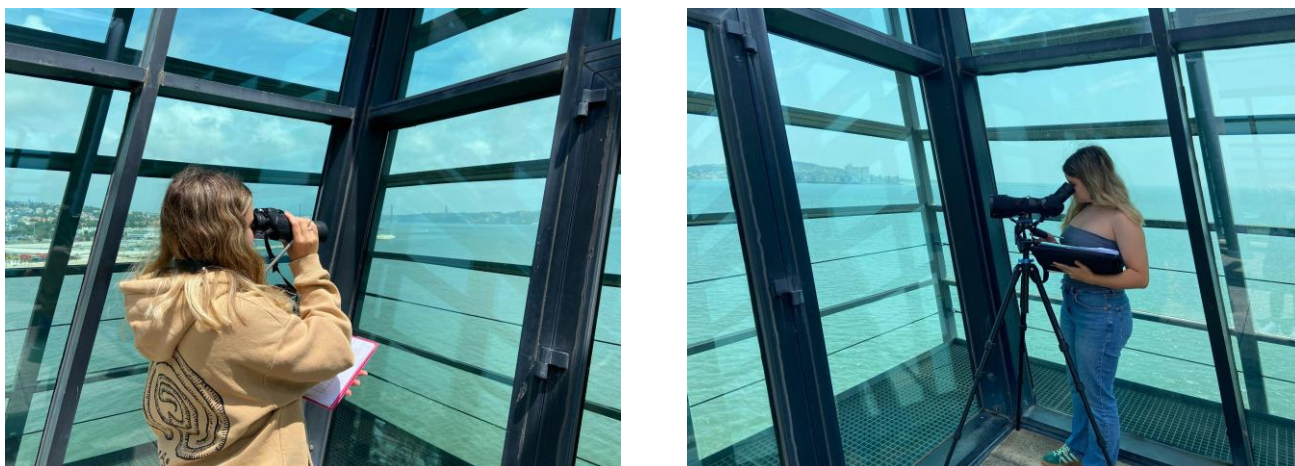


Figura 2.2 e 2.3- Observações realizadas a partir do observatório com recurso a binóculos e telescópio, respetivamente.

A metodologia adotada baseou-se no método de “*scan sampling*” (Altmann, 1974; Mann, 1999), sendo este uma técnica de estudo comportamental que implica a observação contínua e detalhada de um indivíduo ou grupo específico de cetáceos para registar comportamentos, interações sociais, padrões de alimentação, entre outros. Este tipo de observação é considerado não invasivo, permitindo recolher dados sobre a utilização do estuário e comportamento dos cetáceos sem interferir diretamente com os animais. Para tal, foram realizados varrimentos da área de estudo a cada 10 minutos por uma equipa de observadores. Os varrimentos eram feitos sempre no mesmo sentido (da esquerda para a direita), utilizando-se alternadamente binóculos (Nikon ActionEX 12×50 5.5° WATERPROOF) e telescópio (Nikon MONARCH FIELDSCOPE 82ED-A). Inicialmente os varrimentos efetuavam-se de 5 em 5 minutos, posteriormente passaram a ser feitos a cada 10 minutos, frequência esta que acabou por ser adotada de forma definitiva após concluir-se que esta mudança não afetava o número de avistamentos. Os observadores são divididos em turnos de 4 horas (das 8h-12h e/ou das 12h-16h) e as observações ocorrem em dias alternados. É importante notar que a realização dos turnos estava sempre dependente da disponibilidade da equipa, sendo que alguns turnos não foram realizados por falta de observadores.

Cada turno era sempre constituído por, no mínimo, dois observadores e, no máximo, quatro observadores. O turno de observação iniciava-se com a montagem e preparação dos equipamentos descritos. De seguida, os dados recolhidos eram colocados de forma sistemática e organizada em três folhas de registo diferentes (Anexo I):

A) Condições ambientais e Atividades Humanas- preenchimento de hora a hora com os seguintes parâmetros: data, hora, o estado da maré (encher ou a vazar), “*Beaufort*” (escala da intensidade do vento), “*Douglas*” (escala da ondulação das ondas), setor onde se situam, *Glare* (reflexo do sol na água que provoca uma luz intensa, impossibilitando a observação) tendo sido registado o setor abrangido por este e, ainda, a quantidade e tipologia de embarcações a circular no rio, durante os turnos.

B) Avistamentos- nesta ficha de registo era necessário completar os seguintes parâmetros: data, número da saída, hora do início e fim do turno, tempo de esforço, hora da baixa-mar e hora da preia-mar (tendo como base a tabela das marés do Instituto Hidrográfico, sendo que o intervalo escolhido era aquele que abrangesse mais horas do turno), meteorologia e nome das pessoas presentes no turno. Caso ocorressem avistamentos, tinham de se registar os seguintes parâmetros: hora do avistamento, espécie, localização, azimute, número de indivíduos, padrão comportamental (Tabela 2.1), número de

embarcações, tipologia de embarcações, reação às embarcações e outras observações (elementos aéreos, aves, presas à vista e outras informações relevantes).

Tabela 2.1- Padrões comportamentais considerados para este estudo. Adaptado de Neumann, 2001.

Padrão Comportamental (Abreviação)	Descrição
Busca de presas (BP)	Mudança de direção com períodos de mergulho que variam (submersões médias a longas), mas permanecendo sempre na mesma zona.
Alimentação (A)	Maior proximidade da superfície, com submersões muito curtas dentro da mesma área e presença de aves marinhas.
Deslocação (D)	Direção constante e períodos de submersão variáveis.
Socialização (S)	Movimentação em diferentes direções, com submersões curtas e interações físicas.
Repouso (R)	Maior proximidade da superfície e com um padrão de submersão praticamente inexistente.

Sempre que era detetado um grupo de golfinhos o varrimento era interrompido e passava-se a efetuar um registo das ocorrências na folha de Avistamentos de 5 em 5 minutos até o grupo desaparecer.

É importante salientar que, para efeitos de contagem e registo, foi necessário definir um intervalo de tempo entre observações, uma vez que nem sempre era possível determinar com certeza se se tratava do mesmo grupo de indivíduos anteriormente avistado. Assim sendo, com base no relatório de monitorização de mamíferos marinhos publicado pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), para se considerar um novo avistamento é recomendado um intervalo de 15 minutos para delfínidos e 30 minutos para baleias (Murphy, 2023). No presente estudo, foi adotado um período de 30 minutos, pois um intervalo mais longo permite garantir maior rigor na distinção dos grupos, sobretudo em contextos onde os golfinhos podem permanecer na área por períodos prolongados, ou realizar mergulhos e movimentações não visíveis à superfície. Caso o intervalo entre avistamentos não excedesse esse tempo, assumia-se que se tratava da continuação do mesmo grupo de indivíduos.

C) Formulário (Capa)- registo do número do dia de observação, data, nomes dos observadores presentes nos turnos da manhã e/ou tarde, condições atmosféricas (céu limpo ou nublado e vento- acima ou abaixo de 4 na escala de “*Beaufort*”) e, ainda, a visibilidade da área de estudo (total, média ou reduzida). Para além disso, era necessário registar as horas da baixa-mar e da preia-mar, bem como assinalar a ocorrência ou ausência de avistamentos. Esta ficha de registo foi desenvolvida mais recentemente, com o intuito de simplificar e tornar mais acessível a identificação de avistamentos diários, apresentando a informação de forma clara e perceptível e permitindo que a folha de avistamentos fosse apenas preenchida quando ocorressem avistamentos.

2.3. Análise de dados

As taxas de avistamento foram calculadas a partir da fórmula $\frac{\text{Número de avistamentos}}{\text{Tempo de esforço}}$, sendo que o tempo de esforço refere-se ao período (em horas) dedicado às observações.

É importante referir que os dados foram organizados com base nos registos de ocorrência (avistamento (1) e sem avistamento (0)) feitos em intervalos de 5 minutos, considerando-se assim, para a análise, que cada intervalo corresponde a uma unidade de observação independente (que poderá ser uma ocorrência, no caso de avistamento ou uma ausência, no caso de sem avistamento).

O nível de significância (α) adotado em todos os testes foi de 5%. O tratamento de dados e os testes estatísticos foram realizados recorrendo aos programas Microsoft Excel e RStudio versão 4.4.2.

2.3.1. Influência das fases da maré na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum

É importante referir que as fases maré alta e maré baixa ocorrem no momento em que o nível da água está perto do máximo ou do mínimo e a sua duração corresponde ao tempo em que a água permanece praticamente parada, fenómeno este chamado de “estofo” ou “repondo” da maré (Instituto Hidrográfico, 2009). Por isso, foi necessário definir um intervalo que considerasse esta duração. Embora não existam estudos sobre esta duração no estuário do Tejo, nalgumas regiões o nível da maré permanece estável por até 10 a 20 minutos (Palmer *et al.*, 2023). Assim, para este estudo adotou-se um período de 20 minutos (10 minutos antes e 10 minutos depois do horário previsto da preia-mar ou baixa-mar).

Para avaliar a possível associação entre a fase da maré e o registo de ocorrências de avistamentos, foi realizado o teste qui-quadrado de independência. Para identificar quais as variáveis que mais contribuíram para a associação entre elas, calcularam-se os resíduos padronizados, obtidos pela comparação entre o valor observado em cada combinação com o valor esperado. Para fins de interpretação, considerou-se que valores de resíduos próximos de zero indicam que a variável observada está de acordo com o esperado, valores de resíduos positivos indicam maior ocorrência do que o esperado e valores de resíduos negativos indicam uma menor ocorrência do que o esperado. Assim sendo, para identificar em que fase da maré a ocorrência do golfinho-comum foi significativamente superior calcularam-se os resíduos padronizados de cada célula da tabela de contingência.

2.3.2. Influência das fases da maré na distribuição espacial do golfinho-comum

A normalidade dos dados foi testada recorrendo ao teste de Shapiro-Wilk, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade uma vez que $p\text{-value} < 0.05$, afirmando que os dados não apresentaram uma distribuição normal. De seguida, foi realizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para verificar se existem diferenças significativas entre o número de ocorrências e as diferentes fases da maré e setores, com o objetivo de perceber se a distribuição pelos setores é feita consoante a fase da maré, ou se está apenas relacionada com a localização do setor. Uma vez que não foram registadas ocorrências em nenhuma das fases nos setores 7N e 8N, estes não foram considerados para a análise.

Deve-se notar que, para cada unidade de observação, uma mesma fase da maré pode apresentar várias ocorrências de avistamentos em diferentes setores, o que gera repetições. Assim sendo, a soma do número de ocorrências de uma fase não coincide com a soma correspondente obtida ao considerar os setores. Tendo isto em conta, foi necessário padronizar os dados através do cálculo das percentagens do número de ocorrências, utilizando a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Número de ocorrências do setor numa fase da maré}}{\text{Número total de ocorrências de todos os setores numa fase da maré}} \times 100 .$$

2.3.3. Influência das fases da maré nos comportamentos do golfinho-comum

Para testar a normalidade dos dados foi utilizado novamente o teste de Shapiro-Wilk, sendo que $p\text{-value} < 0.05$, levando à rejeição da hipótese nula de normalidade e indicando que os dados não seguiram uma distribuição normal. Posteriormente, foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, para identificar a existência de diferenças significativas entre o número de ocorrências e as fases da maré e comportamentos, com o intuito de avaliar se os comportamentos variam consoante as fases da maré. Visto que não foi registrada nenhuma ocorrência no comportamento repouso, este não foi considerado para a análise.

À semelhança dos setores, a soma do número de ocorrências de uma fase não coincide com a soma correspondente quando se consideram os comportamentos, uma vez que na mesma unidade de observação podem ocorrer vários comportamentos. Assim, foi novamente necessário uniformizar os dados e, para isso, calcularam-se as percentagens do número de ocorrências através da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Número de ocorrências do comportamento numa fase da maré}}{\text{Número total de ocorrências de todos os comportamentos numa fase da maré}} \times 100 .$$

2.3.4. Relação entre a distribuição espacial e comportamentos do golfinho-comum

Para verificar se existe associação entre os setores e os comportamentos, aplicou-se o teste qui-quadrado de independência. No entanto, para perceber qual o setor que contribuiu mais para a associação em cada comportamento foi necessário calcular os resíduos padronizados de cada célula da tabela de contingência.

2.3.5. Influência das marés vivas e mortas na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum

O efeito das fases da lua nas marés não é imediato, as marés vivas e mortas demoram a atingir o seu pico, devido ao tempo que a água necessita para se movimentar em resposta às forças gravitacionais. Assim sendo, à semelhança do estudo de Li *et al.*, 2018, considerou-se um período contínuo de 7 dias, correspondentes aos diferentes tipos de maré (viva ou morta). As marés vivas foram consideradas no período de 7 dias em torno das fases lua cheia e lua nova, enquanto que para as marés mortas foi aplicado o mesmo período, mas em torno das fases dos quartos crescente e minguante. Considerando que o ciclo lunar completo possui aproximadamente 29,5 dias, este período abrange praticamente todo o ciclo, garantindo uma margem de segurança que contempla o atraso temporal entre as fases da lua e o pico das marés.

Com o objetivo de verificar a possível associação entre o tipo de maré e os registos de ocorrência foi realizado o teste qui-quadrado de independência. Para além disso, para identificar em que tipo de maré a ocorrência do golfinho-comum foi significativamente superior, calcularam-se os resíduos padronizados de cada célula da tabela de contingência.

3. Resultados

3.1. Esforço de amostragem

Este estudo abrangeu 216 dias de observação, com um tempo de esforço total de 1092 horas. Durante o período de observação registaram-se 115 avistamentos em 83 dias, correspondendo a uma taxa de 38,4% ao considerar os dias com avistamentos e os dias de observação: 74 destes avistamentos correspondem ao golfinho-comum (64%), 14 correspondem a roazes (12%), 18 correspondem a botos (16%) e 9 destes não foi possível identificar a espécie (8%). Estes dados encontram-se representados na Figura 3.1. Em contrapartida, em 133 dias não ocorreram avistamentos.

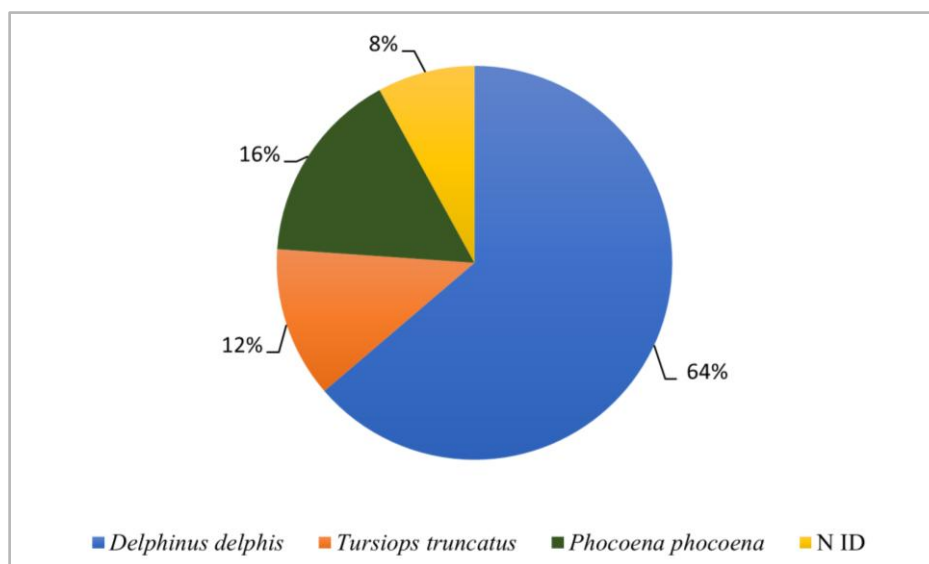


Figura 3.1- Percentagens das espécies avistadas: *Delphinus delphis* (azul), *Tursiops truncatus* (laranja), *Phocoena phocoena* (verde) e outros avistamentos onde não foi possível identificar as espécies presentes (N ID) (amarelo).

Durante o período de observação, o número de avistamentos do golfinho-comum e a respetiva taxa foi variando consoante os diferentes meses. Através da análise da Figura 3.2 verificou-se um pico do número de avistamentos entre abril e agosto de 2023, com valores particularmente elevados em abril (11), maio (11) e agosto (9). Contudo, a partir de setembro de 2023 observou-se um decréscimo acentuado com valores nulos entre outubro de 2023 e março de 2024. A partir de abril de 2024 ocorreu um aumento, destacando-se julho como o mês com maior número de avistamentos (9) desse ano. Nos seguintes meses, os avistamentos voltaram a decrescer, apresentando apenas ocorrências pontuais e isoladas até março de 2025. De uma forma geral, o número de avistamentos decresceu ao longo do período de observação, apesar de existirem picos sazonais. Ao analisar a linha de tendência das taxas de avistamentos, verificou-se que esta taxa apresentou uma tendência decrescente, acompanhando a tendência geral do número de avistamentos. No entanto, a mesma apresentou uma variação irregular com picos ocasionais em julho de 2023, julho de 2024, fevereiro de 2025 e março de 2025.

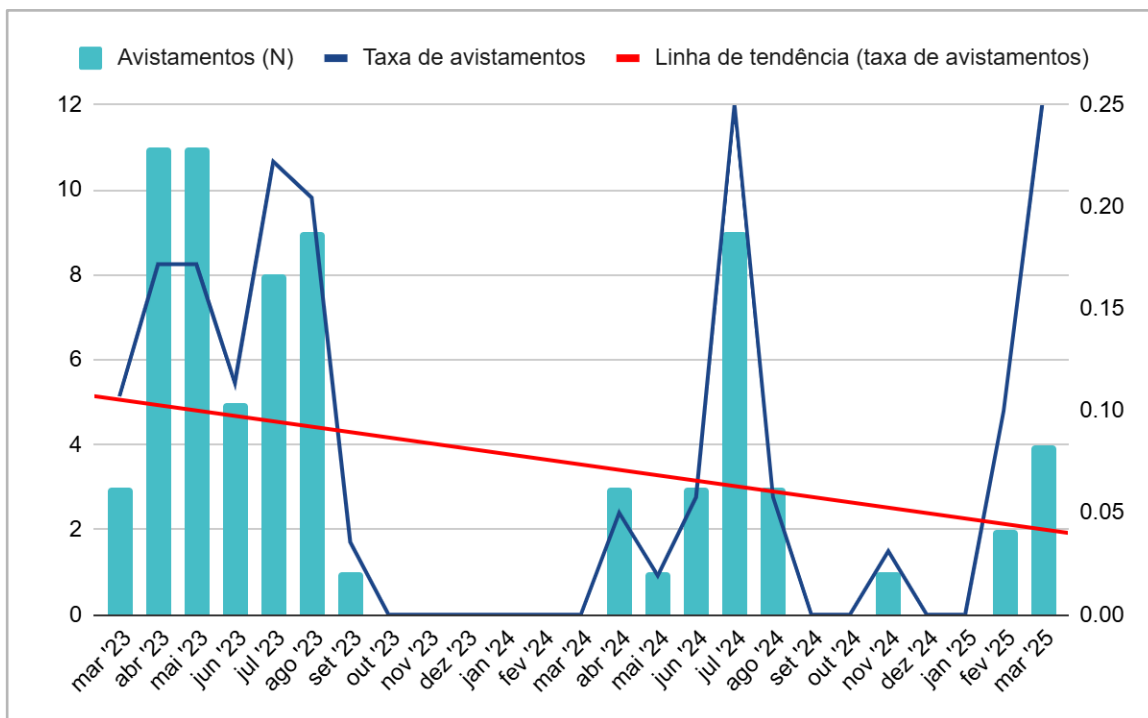


Figura 3.2- Número de avistamentos (barras azuis) e respectivas taxas de avistamentos mensais (linha azul) do golfinho-comum, entre março de 2023 e março de 2025. A linha vermelha corresponde à linha de tendência das taxas de avistamentos.

3.2. Influência das fases da maré na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum

Os resultados revelaram que existem diferenças estatisticamente significativas entre as fases da maré e o registo de ocorrência de avistamentos ($\chi^2 = 20,34$, $gl = 3$, $p\text{-value} = 0,0001445$).

Tendo em conta a Figura 3.3, após o ajuste proporcional ao número total (ocorrências e ausências) para cada fase, a vazante foi a fase com uma maior percentagem do número de ocorrências (12,27%), seguida pela maré alta (11,46%), enchente (11,37%) e maré baixa (5,26%).

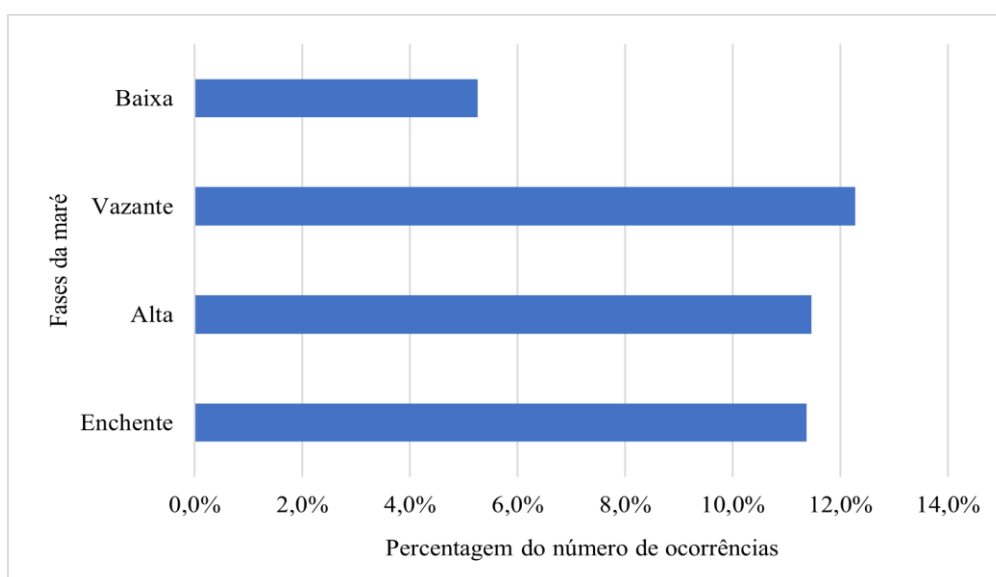


Figura 3.3- Percentagens do número de ocorrências dos avistamentos em cada fase da maré, considerando o número total (ocorrências e ausências) para cada fase.

Após o cálculo dos resíduos padronizados (Tabela 3.1), verificou-se que a enchente e a maré alta apresentaram resíduos próximos de zero, indicando uma ausência de variações expressivas, ou seja, os valores observados estavam de acordo com os esperados. Em contrapartida, a maré baixa apresentou um resíduo negativo elevado para os avistamentos (-4,28), o que indica menos ocorrências observadas do que o esperado e significativamente mais ausências do que o esperado (+4,28). Em contrapartida, a vazante apresentou um resíduo positivo para as ocorrências (+2,22), indicando um maior número de ocorrências do que o esperado e um resíduo negativo para as ausências, sugerindo que ocorreram menos ausências do que o esperado (-2,22). Desta forma, comprovou-se estatisticamente que a fase de maré que contribuiu mais para os avistamentos do golfinho-comum foi a vazante, enquanto a que menos contribuiu foi a maré baixa.

Tabela 3.1- Resíduos padronizados entre a combinação dos registos de ocorrência de avistamentos e fases da maré.

	Fase da maré			
	Enchente	Alta	Vazante	Baixa
Avistamento (1)	-0,48	-0,03	+2,22	-4,28
Sem avistamento (0)	+0,48	+0,03	-2,22	+4,28

3.3. Influência das fases da maré na distribuição espacial do golfinho comum

O teste Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas entre o número de ocorrências nos setores e as fases da maré ($H = 30,92$, $gl = 3$, $p\text{-value} = 8,85 \times 10^{-7}$), enquanto que o número de ocorrências e os setores não apresentaram diferenças significativas ($H = 21,70$, $gl = 15$, $p\text{-value} = 0,116$).

A Figura 3.4 representa a distribuição percentual do número de ocorrências em cada setor durante as diferentes fases, considerando a proporção deste valor em relação ao número total de ocorrências dos setores para cada fase. Através da análise da mesma, observou-se uma distribuição heterogénea e dispersa do número de ocorrências entre os diferentes setores e fases da maré. Desta forma, o setor 7O foi o mais utilizado pelos golfinhos na maré alta (26,7%), enquanto que os setores 3S e 5S foram os mais utilizados na enchente (21,5%) e na maré baixa (22,2%), respetivamente. Na vazante, à semelhança da maré alta, o setor mais utilizado foi o 7O (18,3%). Por outro lado, como esta distribuição não foi uniforme, diversos setores não apresentaram nenhuma ocorrência registada em certas fases da maré, nomeadamente:

- **Maré alta:** 1S, 1N, 3S, 3N, 4N, 5N, 6N e 8NO
- **Maré baixa:** 1N, 2N, 3N, 4N, 5N, 6N, 7O e 8NO
- **Enchente:** 4N
- **Vazante:** 6N

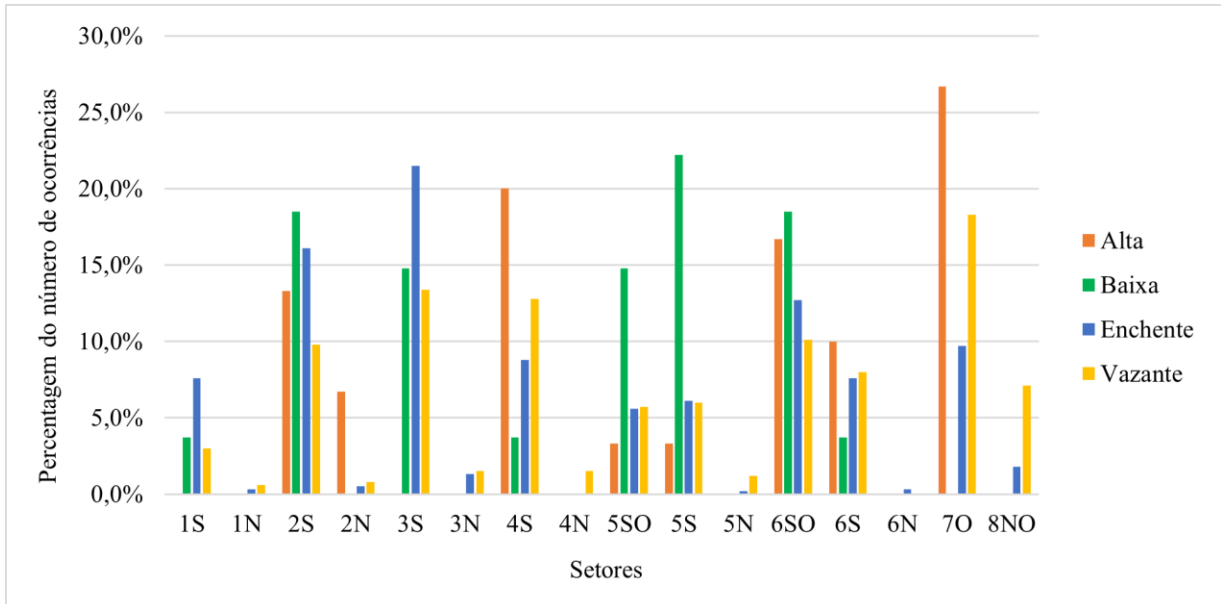


Figura 3.4- Percentagens do número de ocorrências por setor em cada fase da maré, tendo em conta o número de ocorrências total nos setores para cada fase.

3.4. Influência das fases da maré nos comportamentos do golfinho-comum

Os resultados obtidos revelaram que a deslocação foi o comportamento mais observado (48,7%), em seguida a busca de presas (36%), alimentação (9,6%) e, por fim, a socialização (5,7%), conforme ilustrado na Figura 3.5.

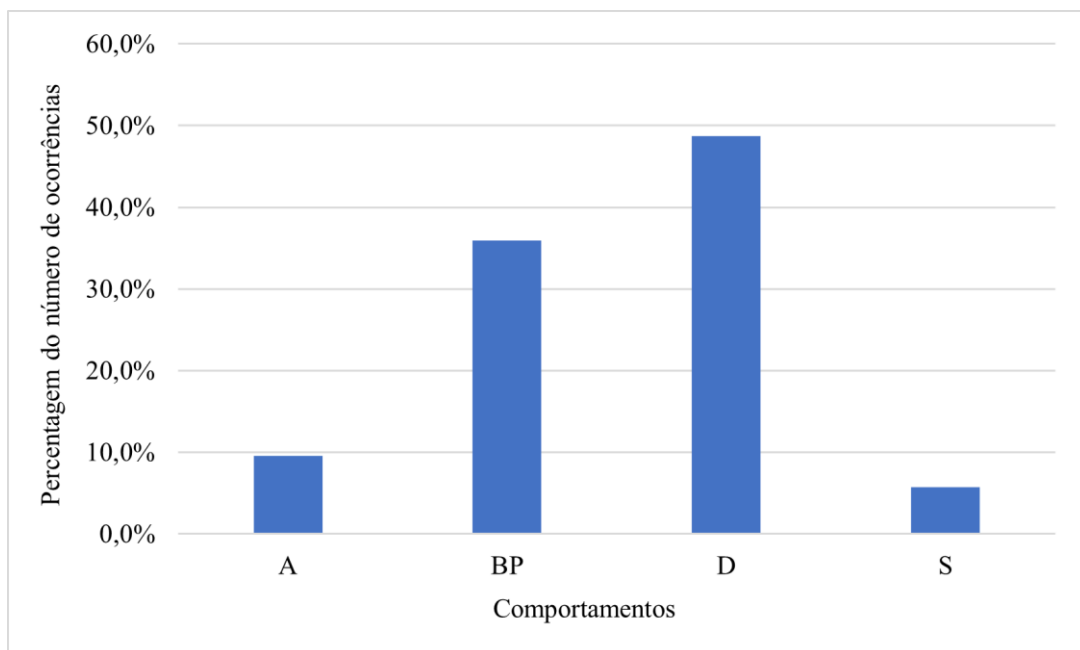


Figura 3.5- Percentagens do número total de ocorrências para os diferentes comportamentos observados: Alimentação (A), Busca de presas (BP), Deslocação (D) e Socialização (S).

O teste Kruskal-Wallis evidenciou diferenças significativas entre o número de ocorrências dos comportamentos e as fases da maré ($H = 11,32$, $gl = 3$, $p\text{-value} = 0,01013$), no entanto o número de

ocorrências e os comportamentos não indicaram diferenças significativas ($H = 3,23$, $gl = 3$, $p\text{-value} = 0,3574$).

De acordo com a Figura 3.6 é possível verificar a distribuição percentual de ocorrências para os quatro comportamentos (alimentação, busca de presas, deslocação e socialização), tendo em conta a proporção dos números de ocorrência por comportamento, relativamente ao número total de ocorrências dos comportamentos para cada fase da maré. A deslocação foi o comportamento mais observado em todas as fases, com destaque na maré alta (65,5%). De seguida foi a busca de presas, destacando-se na maré baixa (40,7%) relativamente às outras fases. No entanto, para os dois outros comportamentos a distribuição de ocorrências foi mais irregular. A socialização foi mais observada durante a vazante (8,3%) e não demonstrou nenhuma ocorrência na maré baixa. Já a alimentação foi mais observada durante a maré baixa (14,8%), enquanto que durante a maré alta não foi registada nenhuma ocorrência deste comportamento.

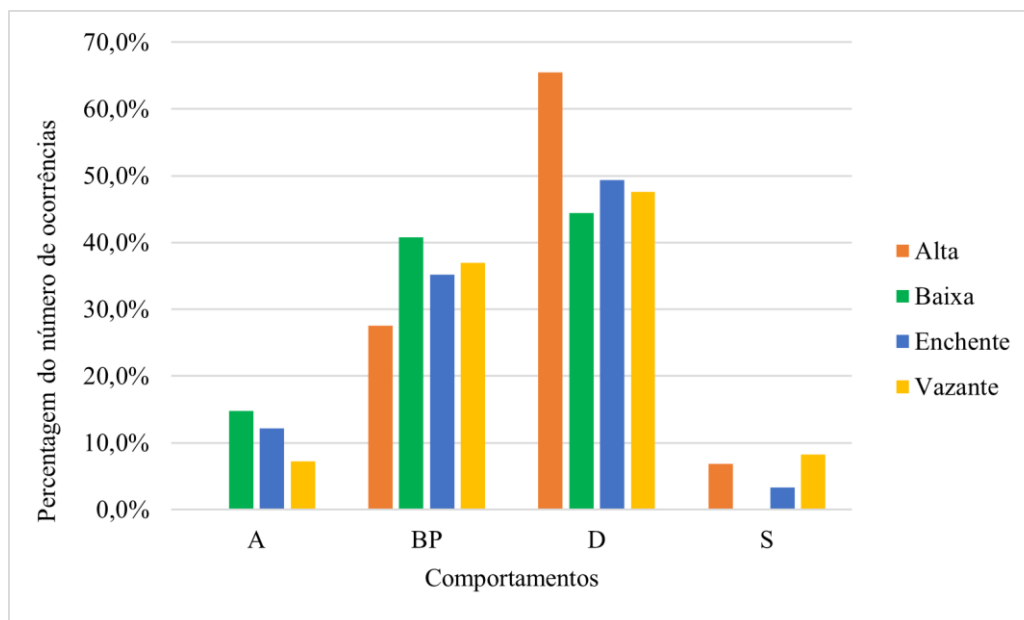


Figura 3.6- Percentagens do número de ocorrências por comportamento em cada fase da maré, considerando o número de total de ocorrências dos comportamentos para cada fase.

3.5. Relação entre a distribuição espacial e comportamentos do golfinho-comum

O teste qui-quadrado de independência revelou que existem diferenças estatisticamente significativas entre os comportamentos e os setores ($\chi^2 = 83,63$, $gl = 45$, $p\text{-value} = 0,00041$), indicando que a distribuição dos comportamentos não foi aleatória entre os setores. Para além disso, os resíduos apresentaram valores positivos (Tabela 3.2), evidenciando uma maior ocorrência do que o esperado em todas as combinações, o que permitiu identificar quais os setores que contribuíram mais para a associação com cada comportamento.

Tabela 3.1- Resíduos padronizados entre a combinação dos comportamentos e setores.

Comportamento	Sector	Resíduo
Alimentação	5SO	+3,78
Busca de presas	6S	+2,11
Deslocação	4S	+1,91
Socialização	2N	+1,50

A combinação entre o comportamento de alimentação e o sector 5SO foi a que apresentou um resíduo mais elevado, indicando que esta associação foi muito acima do esperado. Adicionalmente, a busca de presas está associada ao sector 6S, enquanto que os comportamentos de deslocação e socialização também apresentaram uma preferência espacial notória entre os sectores 4S e 2N, respetivamente. Todas estas associações estão ilustradas na Figura 3.7.

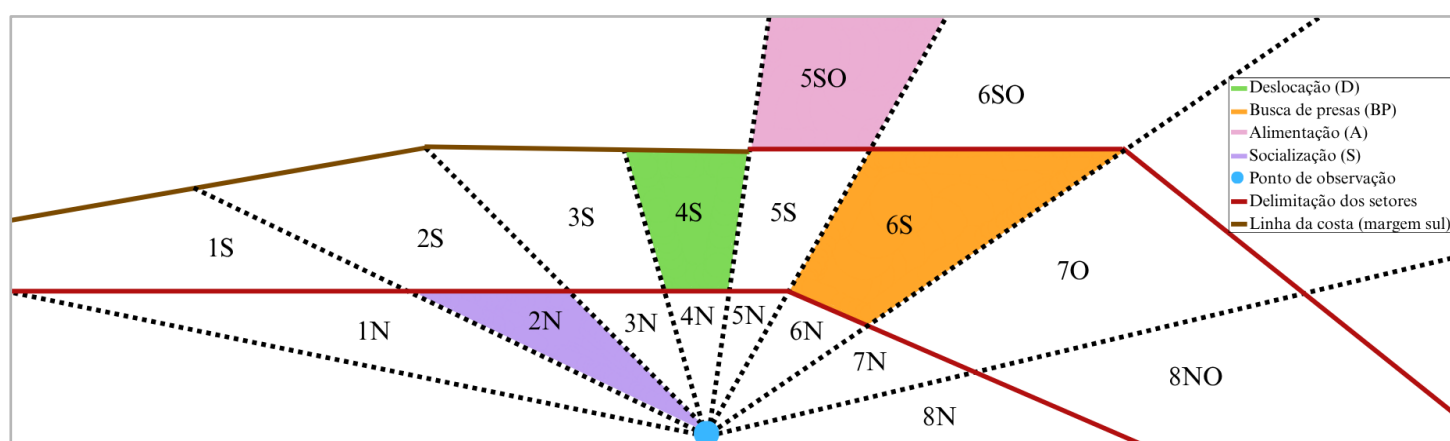


Figura 3.7- Comportamentos e respetivos setores que contribuíram mais para cada associação, adaptados à área de estudo.

3.6. Influência das marés vivas e mortas na ocorrência de avistamentos do golfinho-comum

Os resultados revelaram que existem diferenças estatisticamente significativas entre o tipo da maré e o registo de ocorrência de avistamentos ($\chi^2 = 82,45$, $gl = 1$, $p\text{-value} = 8,267 \times 10^{-20}$).

Através da análise da Figura 3.8, foi possível verificar que a maré morta apresentou uma maior percentagem do número de ocorrências (14,29%), enquanto que a maré viva apresentou uma menor percentagem (8,71%).

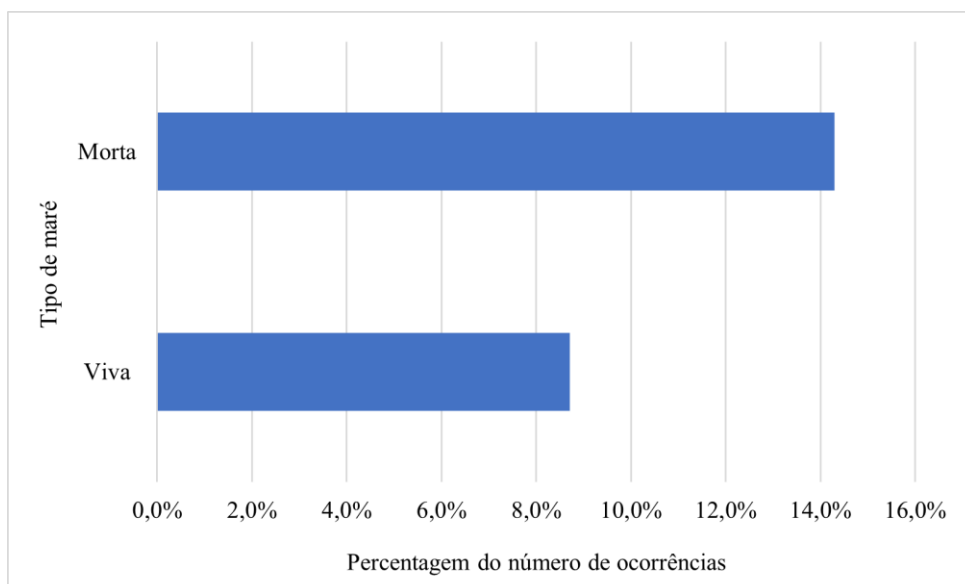


Figura 3.8- Percentagens do número de ocorrências dos avistamentos para a maré viva e maré morta, considerando o número total (ocorrências e ausências) para cada tipo de maré.

Após a padronização dos resíduos (Tabela 3.3), verificou-se que a maré viva apresentou um resíduo negativo muito elevado para os avistamentos (-9,11), o que significa uma menor ocorrência observada do que o previsto e uma maior ausência do que o previsto (+9,11). Por outro lado, na maré morta, o resíduo para os avistamentos foi positivo e muito elevado (+9,11), revelando um maior número de ocorrências do que o esperado e, conseqüentemente, uma menor ausência do que o esperado (-9,11).

Posto isto, comprovou-se estatisticamente que o golfinho-comum foi mais frequentemente observado durante a maré morta, ou seja, verificou-se uma maior frequência de registros em períodos de menor amplitude, em que a diferença entre a maré alta e maré baixa é reduzida.

Tabela 3.2- Resíduos padronizados entre a combinação dos registros de ocorrência de avistamento e tipo da maré.

	Tipo de maré	
	Viva	Morta
Avistamento (1)	-9,11	+9,11
Sem avistamento (0)	+9,11	-9,11

4. Discussão

O estudo da influência do ciclo das marés nos padrões de avistamento dos golfinhos é uma temática fundamental, uma vez que contribui para uma melhor compreensão de uma das variáveis ambientais que afeta o seu comportamento neste tipo de habitats, neste caso o estuário do Tejo. No entanto, esta análise pode ser desafiadora devido às alterações das condições ambientais presentes neste ecossistema e à plasticidade comportamental destes animais, o que exige uma interpretação cuidadosa dos dados.

A análise dos padrões de ocorrência do golfinho-comum revelou que a sua presença não é uniforme ao longo do tempo, sendo influenciada por diversos fatores ambientais, como por exemplo a temperatura (Batista *et al.*, 2022). Durante o período de observação, os meses com mais avistamentos coincidiram com os meses de temperaturas mais quentes, indicando que o aumento da temperatura pode estar associado a uma maior frequência de avistamentos, à semelhança do que tem sido reportado noutros estudos (Batista *et al.*, 2022; Rodriguez *et al.*, 2021; Robinson *et al.*, 2010; MacLeod *et al.*, 2008). Apesar de ter sido a espécie mais avistada (64% dos avistamentos), verificou-se uma diminuição progressiva do número de avistamentos ao longo do período de observação, bem como da taxa de avistamentos. É importante referir que a taxa de avistamentos é um indicador mais fiável do que o número absoluto de avistamentos, visto que considera não só este número como também o esforço de observação (tempo total passado a observar), sendo que o número de avistamentos está sempre dependente dos turnos de observação. Deste modo, a diminuição desta taxa pode estar associada a diversos fatores como o cancelamento dos turnos de observação, redução da frequência da presença do golfinho-comum no estuário ou, eventualmente a diminuição do número de indivíduos desta espécie, visto que o seu estatuto de conservação foi recentemente reclassificado (Mathias *et al.*, 2023). Contudo, os resultados obtidos não permitem atribuir a esta tendência uma causa específica com certeza, sendo estas hipóteses apenas especulações.

Através dos resultados obtidos, concluiu-se que o ciclo das marés influencia a ocorrência de avistamentos do golfinho-comum. Ao contrário de outros estudos (Mendes *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2001), que registaram um maior número de avistamentos de roazes e botos na enchente e maré alta, neste estudo a fase com maior ocorrência observada para o golfinho-comum foi a vazante. A predominância de ocorrências de avistamentos desta espécie durante a vazante, sugere que esta pode proporcionar condições favoráveis para a sua presença e atividade no local de estudo. O movimento das correntes durante a vazante pode concentrar presas, em determinados setores, facilitando o acesso dos golfinhos a recursos alimentares essenciais (Xie *et al.*, 2024). Para além disso, a alimentação foi mais observada durante a maré baixa, o que reforça a associação anteriormente descrita. Devido ao recuo da água, as presas podem ficar mais acessíveis, isto porque podem ser encurraladas em zonas de menor profundidade ou então as correntes podem conduzi-las para áreas onde os golfinhos conseguem caçá-las com uma maior eficiência (Gauger *et al.*, 2022). Ao contrário do que foi relatado noutro estudo (Li *et al.*, 2018), os resultados revelaram que o tipo de maré influencia significativamente o registo de ocorrências do golfinho-comum. Por ter sido registado um maior número de ocorrências desta espécie na maré morta, reforça-se o facto de que poderá existir uma possível preferência por períodos de menor variação da altura da maré, ou seja, por condições mais estáveis e tranquilas. Para além disso, isto está provavelmente relacionado com o comportamento alimentar destes animais, visto que nas marés mortas o nível da água varia menos, o que pode facilitar as atividades de busca e captura de presas sem necessitarem de gastar tanta energia, ao contrário do que iria acontecer nas correntes fortes, presentes em marés vivas (Santos *et al.*, 2010). Nos estudos anteriormente referidos (Mendes *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2001), a alimentação foi associada às fases enchente e maré alta, associando marés de maior

amplitude à procura de alimento (Rodriguez *et al.*, 2021). No entanto, no presente estudo, constatou-se que a alimentação ocorreu principalmente durante a maré baixa, podendo sugerir que os golfinhos ajustam a sua presença às oportunidades ecológicas criadas pela dinâmica da maré, otimizando o comportamento alimentar em função das condições locais do estuário, nomeadamente a profundidade e o fluxo das marés.

Para além disso, concluiu-se que a distribuição espacial do golfinho-comum é influenciada pelas fases da maré e não pela localização isolada de cada setor da área de estudo. A presença destes animais não é fixa em determinados setores, mas sim condicionada pelas mudanças nas condições ambientais associadas ao ciclo das marés (profundidade, corrente, concentração de presas), à semelhança do que é descrito noutros estudos (Gil, 2019; Halicka, 2015). A literatura aponta que a distribuição espacial é frequentemente utilizada de forma estratégica, permitindo que estes animais se posicionem em locais que apresentam características ambientais favoráveis a certos comportamentos, como alimentação, socialização ou deslocação em momentos específicos (Mills *et al.*, 2024; Wilson, 2022). Os resultados deste estudo revelaram o mesmo padrão, esta espécie parece selecionar setores específicos consoante as condições ambientais, utilizando a distribuição espacial como estratégia para otimizar as suas atividades. Tal como observado noutros estudos (de Boer *et al.*, 2014; Wise *et al.*, 2005), a atividade (quantidade de comportamentos) varia consoante as fases da maré, contudo o tipo de comportamento não muda significativamente entre as fases, sugerindo uma estratégia comportamental estável. Isto significa que os comportamentos típicos mantêm-se independentemente da fase da maré, mas ajustam a intensidade da atividade conforme as condições ambientais variam.

A predominância de ocorrências do golfinho-comum no setor 7O, durante a maré alta e vazante, pode estar relacionada com a sua localização, uma vez que este situa-se próximo da delimitação da área de estudo e constitui a principal via pela qual os golfinhos costumam atravessar para se deslocarem do mar para o estuário, ou vice-versa. Durante esses períodos, a água entra e sai para o rio (Sandbach *et al.*, 2018), criando um fluxo que favorece o deslocamento dos golfinhos. No entanto, nem sempre foi possível acompanhar continuamente a direção dos grupos, pelo que não se conseguiu verificar se estes se deslocavam a favor ou contra o fluxo da maré, nem avaliar se houve um maior ou menor gasto energético. Nesta situação pode ter ocorrido um aproveitamento das fases da maré, contudo é apenas uma hipótese, pois não se reuniram evidências suficientes para validar esta teoria, que foi anteriormente constatada noutros estudos (Gregory *et al.*, 2001). Por outro lado, durante a enchente, o setor com maior percentagem de número de ocorrências localiza-se afastado da zona de entrada/saída da área de estudo, o que significa que podem ter aproveitado o fluxo das correntes para se movimentarem ao longo da mesma. De forma semelhante, na maré baixa, o setor mais utilizado situa-se numa posição intermédia mas também próxima dessa zona, sendo que isto pode também ter resultado de um aproveitamento do ciclo das marés e das oportunidades energéticas associadas, tal como observado nos outros setores e fases. Para além disso, os resultados demonstraram que durante a maré alta e a maré baixa não foram registadas ocorrências em vários setores, ao contrário do que se verificou na enchente e na vazante. Esta diferença está possivelmente relacionada com o tempo de duração destas fases, enquanto que a enchente e a vazante duram cerca de 6h 13m, a maré alta e maré baixa têm uma duração de apenas 20 minutos. Consequentemente, registou-se um número de ocorrências bastante inferior nessas fases e, naturalmente, uma dispersão menor de ocorrências pelos setores, comparativamente às fases de maior duração.

A deslocação e a busca de presas foram os comportamentos mais observados, correspondendo em conjunto a 84,7% das ocorrências. Este resultado evidencia que os golfinhos utilizam a área de estudo essencialmente para deslocarem-se e procurarem alimento, podendo estes dois comportamentos estar relacionados. A deslocação foi o comportamento mais observado em todas as fases da maré, mas

apresentou uma maior percentagem do número de ocorrências durante a maré alta. Este padrão sugere que os golfinhos realizam deslocamentos mais intensamente nesta fase, possivelmente por esta poder proporcionar condições que permitem um melhor aproveitamento do fluxo das marés. Ao contrário do que foi constatado em botos (Goodwin, 2008), a alimentação não foi o comportamento mais frequente do golfinho-comum. No entanto, apesar de não ter apresentado uma percentagem tão expressiva (9,6% das ocorrências), é necessário considerar que este comportamento só foi registado quando era observada a presença de peixes capturados pelos golfinhos. Dada a distância entre a torre de observação e estes animais, nem sempre foi possível identificar este detalhe, o que pode ter levado a uma representação inferior à realidade da atividade alimentar.

Relativamente à relação entre os comportamentos e setores, de acordo com os resultados obtidos, é possível afirmar que o golfinho-comum alimenta-se principalmente no setor 5SO. Este setor encontra-se relativamente próximo da foz do rio e, de acordo com estudos anteriormente referidos (Mendes *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2001), foi comprovado que nessas áreas pode formar-se uma zona de acumulação de alimento, durante a enchente e maré alta. Contudo, a alimentação foi mais observada durante a maré baixa, o que pode querer dizer que o alimento pode acumular-se neste setor durante a enchente e maré alta mas só fica acessível quando a água recua, na maré baixa. Para além disso, foi descoberta a presença de cavalos-marinhos na baía da Trafaria (MARE, 2025) que, por sua vez, está localizada no setor 5SO. Sabe-se que estes animais podem ocorrer em zonas de transição e vivem, geralmente, em habitats pouco profundos e abrigados das correntes (Pierri *et al.*, 2022). A sua presença pode indicar que esta área possui um ecossistema equilibrado, com diferentes espécies de peixes, que atraem os golfinhos para se alimentarem nesse setor. Adicionalmente, a busca de presas está associada ao setor 6S e, uma vez que este setor está próximo do setor 5SO, isto pode sugerir que os golfinhos continuaram a procurar alimento, possivelmente devido às alterações nas condições proporcionadas pela maré. A busca de presas, à semelhança da alimentação, foi mais observada durante a maré baixa, refletindo um padrão em que esta fase é associada possivelmente a uma maior disponibilidade de alimento. Os comportamentos de deslocação e socialização foram associados aos setores 4S e 2N, respetivamente, indicando que estes setores apresentam características favoráveis para estes comportamentos. O setor 4S corresponde a uma zona mais central da área de estudo, podendo funcionar como um corredor de passagem para os golfinhos uma vez que este foi associado ao comportamento de deslocação, tal como já foi observado em botos (Goodwin, 2008). Possivelmente este comportamento também pode estar relacionado com o facto deste setor situar-se numa zona do estuário mais profunda (Neves, 2010), visto que os golfinhos tendem a utilizar canais profundos e zonas centrais para percorrerem longas distâncias de forma eficiente (Mills *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024). A associação entre o setor 2N e o comportamento socialização, pode ser explicada através de padrões ecológicos conhecidos. Os golfinhos tendem a realizar este comportamento em zonas mais calmas e com menor tráfego marítimo, uma vez que isto favorece a tranquilidade necessária para interações sociais entre estes animais (Marley *et al.*, 2017; Christiansen *et al.*, 2010). Contudo esta tendência não é geral, visto que já foi constatado que a socialização também pode ser estimulada pela presença moderada de embarcações, levando os golfinhos a interagirem como resposta ao ambiente alterado (da Silva, 2023). Desta forma, presume-se que o setor 2N pode oferecer essas condições, criando um ambiente propício para a ocorrência deste comportamento.

No contexto do estudo realizado, não foi possível avaliar a influência da luminosidade da lua relativamente ao comportamento dos peixes, pois as observações ocorreram exclusivamente durante o período diurno. Para analisar este fator ambiental, seria necessário utilizar métodos alternativos de deteção, como por exemplo a acústica.

4.1. Potenciais riscos

A recolha de dados para este estudo enfrentou algumas limitações que, conseqüentemente, poderão ter influenciado a precisão dos resultados. Primeiramente, as condições meteorológicas são aquelas que representam uma maior limitação, pois fatores como o nevoeiro, a chuva ou ventos fortes podem dificultar ou até mesmo impedir as observações, reduzindo a quantidade e a qualidade dos dados recolhidos. A distância da torre de observação aos golfinhos também é um obstáculo que, por vezes, dificulta a identificação das espécies, especialmente em condições de má visibilidade. Para além disso, o facto da alimentação só ser considerada se houver a observação da presença de peixes, o que tendo em conta a distância da torre aos golfinhos por vezes não é possível verificar, como já foi referido anteriormente. Outro fator relevante é a ausência de observações após as 16:00, especialmente durante o verão, que poderia ter contribuído para uma recolha de dados mais completa e robusta. Assim, estas limitações podem ter condicionado os resultados, visto que os golfinhos podem apresentar padrões de distribuição ou comportamento que não foram observados e, conseqüentemente, não foram considerados.

4.2. Conclusão

Posto isto, os objetivos deste estudo foram alcançados, permitindo concluir que o fator ciclo das marés desempenha um papel relevante, uma vez que influencia a presença e distribuição espacial do golfinho-comum, independentemente do comportamento específico realizado. A presença mais frequente de comportamentos de alimentação durante a maré baixa, sublinha a importância das condições hidrodinâmicas locais na disponibilidade de presas e estratégia de uso do habitat por parte desta espécie. Estes padrões sugerem assim que a disponibilidade de alimento poderá ser um dos fatores centrais que atrai os golfinhos para o estuário, podendo este ser uma importante área de alimentação e passagem. Para além disso, é possível concluir que esta espécie ajusta a intensidade da sua atividade em função do fluxo das marés, de forma a maximizá-la e salvaguardando custos energéticos desnecessários.

4.3. Perspetivas futuras

Para estudos futuros, seria importante incluir o efeito das horas do dia na análise do padrão de avistamento do golfinho-comum, sendo que esta variável ocorre simultaneamente ao ciclo das marés e exerce uma influência direta no comportamento desta espécie. Esta abordagem permitiria distinguir se a presença destes indivíduos está a ser influenciada exclusivamente pelas mudanças do ciclo das marés, ou se também está relacionada com as variações nas horas do dia. Por outro lado, seria também importante incorporar dados mais detalhados da maré, através da colocação de sensores nos diferentes setores do estuário.

A recolha de dados no período noturno, permitiria investigar a influência da luminosidade da lua na migração de presas. Ao correlacionar as fases lunares com os padrões de comportamento alimentar dos golfinhos, é possível identificar se os seus períodos de alimentação coincidem com as fases da lua que, por sua vez, promovem a migração e maior disponibilidade de presas, proporcionando uma compreensão mais precisa das relações entre o ciclo lunar, migração de presas e estratégias alimentares desta espécie.

No futuro, para tentar compreender melhor a diminuição da taxa de avistamentos, seria importante estimar a abundância do golfinho-comum no estuário do Tejo através do método *distance sampling*, utilizando informação geográfica detalhada obtida através de censos regulares realizados a

partir de barco. Estes censos permitirão, ainda, aplicar métodos de foto-identificação para verificar se são sempre os mesmos indivíduos a visitar o estuário. Além disso, os dados do Observatório podem complementar os censos realizados por diferentes projetos de investigação, fornecendo informações adicionais sobre a distribuição desta espécie em Portugal continental. Para além disso, considerar outras espécies, como o golfinho-roaz e o boto, seria relevante uma vez que estas partilham o mesmo ecossistema mas podem responder de forma diferente às mesmas variáveis ambientais.

Por outro lado, também seria importante realizar uma análise multifatorial dos principais fatores para a ocorrência dos golfinhos (temperatura, salinidade, maré, estação do ano, nutrientes, clorofila), com o intuito de identificar quais destes fatores exercem uma maior influência na ocorrência destes indivíduos.

Assim sendo, a integração das variáveis anteriormente mencionadas permitiriam um melhor entendimento dos fatores que condicionam a presença e comportamento do golfinho-comum e de outras espécies de golfinhos no estuário do Tejo, contribuindo para uma gestão e conservação mais eficaz.

5. Referências

- Administração do Porto de Lisboa. (2025). “VTS- Centro de Coordenação e Controlo do Tráfego Marítimo e Segurança”. <https://www.portodelisboa.pt/vts>
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
- Batista, M., França, S., Luís, A. R., Henriques, A., Sá, R., & Grilo, C. (2022). Golfinhos no Tejo: Por um estuário mais saudável. ANP|WWF.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. I. U. S. E. P. P. E., Politi, E., Canadas, A. N. A., Frantzis, A., & Mussi, B. (2003). Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 33(3-4), 224-252. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00032.x>
- Bertin, X., Azevedo, A., Guerreiro, M., Fortunato, A. B., Freire, P., Rilo, A., ... & Rodrigues, M. (2015). Evolution of the hydrodynamics of the Tagus estuary (Portugal) in the 21st century. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15(1), 65-80. DOI:10.5894/rgci515.
- Brito, C. (2019). The Voice of Skogula in ‘Beasts Royal’ and a Story of the Tagus Estuary (Lisbon, Portugal) as Seen through a Whale’s-Eye View. *Humanities*, 8(1), 47. <https://doi.org/10.3390/h8010047>.
- Cabral, H. N., Costa, M. J., & Salgado, J. P. (2001). Does the Tagus estuary fish community reflect environmental changes?. *Climate research*, 18(1-2), 119-126. doi:10.3354/cr018119.
- Castro, J., Couto, A., Borges, F. O., Cid, A., Laborde, M. I., Pearson, H. C., & Rosa, R. (2020, August). Oceanographic determinants of the abundance of common dolphins (*Delphinus delphis*) in the south of Portugal. In *Oceans* (Vol. 1, No. 3, p. 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/oceans1030012>
- Castro, J., Faustino, C., Cid, A., Quirin, A., Matos, F. L., Rosa, R., & Pearson, H. C. (2022). Common dolphin (*Delphinus delphis*) fission–fusion dynamics in the south coast of Portugal. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 76(9), 128.
- Caputo, M., Froneman, P. W., & Plön, S. (2020). Common dolphin *Delphinus delphis* occurrence off the Wild Coast of South Africa. *African Journal of Marine Science*, 42(4), 439-448.
- Christiansen, F., Lusseau, D., Stensland, E., & Berggren, P. (2010). Effects of tourist boats on the behaviour of Indo-Pacific bottlenose dolphins off the south coast of Zanzibar. *Endangered Species Research*, 11(1), 91-99. <https://doi.org/10.3354/esr>
- Costa, MJ (2021) O Estuário do Tejo - Onde o Rio Encontra o Mar. Eds. Afrontamento. 184 pp.

da Silva, I. M. G. (2023). *The Effects of Vessel Traffic on the Behavioural Patterns of Common Dolphins, in Tagus Estuary, Portugal*. (Tese de Mestrado, Instituto Superior de Psicologia Aplicada (Portugal)).

de Boer, M. N., Simmonds, M. P., Reijnders, P. J., & Aarts, G. (2014). The influence of topographic and dynamic cyclic variables on the distribution of small cetaceans in a shallow coastal system. *PLoS One*, 9(1), e86331. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086331>

Dias, I. C., Marçalo, A., Feijó, D., Domingos, I., & Silva, A. A. (2022). Interactions between the common dolphin, *Delphinus delphis*, and the Portuguese purse seine fishery over a period of 15 years (2003–2018). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(8), 1351-1364. <https://doi.org/10.1002/aqc.3828>Digital Object Identifier

França, S., Pardal, M. A., & Cabral, H. N. (2008). Mudflat nekton assemblages in the Tagus estuary (Portugal): distribution and feeding patterns.. *Scientia Marina*, 72(3). <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72n3591>.

Fury, C. A., & Harrison, P. L. (2011). Seasonal variation and tidal influences on estuarine use by bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93(4), 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.05.003>.

Gauger, M. F., Romero-Vivas, E., Peck, M. A., Balart, E. F., & Caraveo-Patiño, J. (2022). Seasonal and diel influences on bottlenose dolphin acoustic detection determined by whistles in a coastal lagoon in the southwestern Gulf of California. *PeerJ*, 10, e13246. DOI 10.7717/peerj.13246

Gil, Á. (2019). *Cetáceos na Zona Económica Exclusiva Continental Portuguesa: distribuição espaço-temporal e registo de novas ocorrências* (Tese de mestrado, Universidade do Porto (Portugal)).

Goodwin, L. (2008). Diurnal and tidal variations in habitat use of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Southwest Britain. *Aquatic Mammals*, 34(1), 44. DOI 10.1578/AM.34.1.2008.44

Gregory, P. R., & Rowden, A. A. (2001). Behaviour patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) relative to tidal state, time-of-day, and boat traffic in Cardigan Bay, West Wales. *Aquatic Mammals*, 27(2), 105-113.

Halicka, Z. (2015). *Temporal distribution of the short-beaked common dolphin (Delphinus delphis) in the south of Madeira Island (Portugal) and relationship with oceanographic variables* (Tese de mestrado, Universidade do Algarve (Portugal)).

Harper, C. J., Mclellan, W. A., Rommel, S. A., Gay, D. M., Dillaman, R. M., & Pabst, D. A. (2008). Morphology of the melon and its tendinous connections to the facial muscles in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Morphology*, 269(7), 820-839. DOI: 10.1002/jmor.10628

Hastie, G. D., Wilson, B. E. N., Wilson, L. J., Parsons, K. M., & Thompson, P. M. (2004). Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Biology*, 144(2), 397-403.

IJsseldijk, L. L., Camphuysen, K. C., Nauw, J. J., & Aarts, G. (2015). Going with the flow: Tidal influence on the occurrence of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Marsdiep area, The Netherlands. *Journal of Sea Research*, *103*, 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.07.010>

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). Espécies de cetáceos. <https://www.icnf.pt/conservacao/especies/mamiferos/cetaceos/especiesdecetaceos>

Instituto Hidrográfico (2009). Marés. Glossário científico.

Jefferson, T. A., Webber, M. A., & Pitman, R. L. (2011). *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification*. Elsevier.

Jesus, N. A. (2023). *Occurrence and habitat use of Delphinus delphis in the Tagus Estuary, Portugal*. (Tese de Mestrado, Instituto Superior de Psicologia Aplicada (Portugal)).

Li, S., Gao, H., Hao, X., Zhu, L., Li, T., Zhang, H., ... & Chen, B. (2018). Seasonal, lunar and tidal influences on habitat use of Indo-Pacific humpback dolphins in Beibu Gulf, China. *Zoological Studies*, *57*, e1. doi: 10.6620/ZS.2018.57-01

Kiszka, J. J., Woodstock, M. S., & Heithaus, M. R. (2022). Functional roles and ecological importance of small cetaceans in aquatic ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.803173>.

MacLeod, C. D., Weir, C. R., Santos, M. B., & Dunn, T. E. (2008). Temperature-based summer habitat partitioning between white-beaked and common dolphins around the United Kingdom and Republic of Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *88*(6), 1193-1198. <https://doi.org/10.1017/S002531540800074X>

Mann, J. (1999). Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine mammal science*, *15*(1), 102-122. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1999.tb00784.x>.

MARE. (2025, 31 de março). *Projeto CavAlMar - Cavalos Marinhos da Trafaria*. (Consultado em 25 de setembro de 2025). https://www.mare-centre.pt/pt/cavalmar_sustentix_mar25

Marley, S. A., Salgado Kent, C. P., Erbe, C., & Parnum, I. M. (2017). Effects of vessel traffic and underwater noise on the movement, behaviour and vocalisations of bottlenose dolphins in an urbanised estuary. *Scientific Reports*, *7*(1), 13437. DOI:10.1038/s41598-017-13252-z

Martins, D., Alves da Silva, A., Duarte, J., Canário, J., & Vieira, G. (2023). Changes in Vessel Traffic Disrupt Tidal Flats and Saltmarshes in the Tagus Estuary, Portugal. *Estuaries and Coasts*, *46*(5), 1141-1156. <https://doi.org/10.1007/s12237-023-01198-7>.

Mathias, M. D. L., Fonseca, C., Rodrigues, L., Grilo, C., Lopes-Fernandes, M., Palmeirim, J., ... & Vingada, J. (2023). Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental.

- Mendes, S., Turrell, W., Lütkebohle, T., & Thompson, P. (2002). Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. *Marine Ecology Progress Series*, 239, 221-229. doi:10.3354/meps239221.
- Methion, S., & Díaz López, B. (2021). Spatial segregation and interspecific killing of common dolphins (*Delphinus delphis*) by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *acta ethologica*, 24(2), 95-106. <https://doi.org/10.1007/s10211-021-00363-0>
- Mills, E. M., Piwetz, S., & Orbach, D. N. (2024). Behavioral hotspots of bottlenose dolphins in industrialized ship channels. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1334252. doi: 10.3389/fmars.2024.1334252
- Mitra, A., & Zaman, S. (2016). *Basics of marine and estuarine ecology*. Springer.
- Murphy Exploration & Production Company - USA. (2023). *Protected species monitoring report for Gulf of Mexico operations under the 2023 LOA (Letter of Authorization)*. NOAA Fisheries.
- Murphy, S., Pinn, E. H., & Jepson, P. D. (2013). The short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the North-East Atlantic: distribution, ecology, management and conservation status. *Oceanography and marine biology: An annual review*, 51, 193-280.
- Neumann, D. R. (2001). Activity budget of free-ranging common dolphins (*Delphinus delphis*) in the northwestern Bay of Plenty, New Zealand. *Aquatic Mammals*, 27(2), 121-136.
- Neves, R. (2010). *Dynamics and Hydrology of the Tagus Estuary: Results from In Situ Observations*. Universidade de Lisboa.
- Nybakken, J. W., & Bertness, M. D. (2005). *Marine biology: an ecological approach*.
- Palmer, K., Watson, C. S., Hunter, J. R., Hague, B. S., & Power, H. E. (2023). An improved method for computing tidal datums. *Coastal Engineering*, 184, 104354.
- Paradell, O. G., López, B. D., & Methion, S. (2019). Modelling common dolphin (*Delphinus delphis*) coastal distribution and habitat use: insights for conservation. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104836. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104836>
- Perrin, W. F., Würsig, B., & Thewissen, J. G. M. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press.
- Pierri, C., Lazić, T., Gristina, M., Corriero, G., & Sinopoli, M. (2022). Large-scale distribution of the European seahorses (*Hippocampus Rafinesque*, 1810): A systematic review. *Biology*, 11(2), 325. <https://doi.org/10.3390/biology11020325>
- Pugh, D., Woodworth, P. L., & Woodworth, P. (2014). *Sea-level science: understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes*. Cambridge university press.

- Robinson, K. P., Eisfeld, S. M., Costa, M., & Simmonds, M. P. (2010). Short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) occurrence in the Moray Firth, north-east Scotland. *Marine Biodiversity Records*, 3, e55. <https://doi.org/10.1017/S1755267210000448>
- Rodriguez, L. K., Fandel, A. D., Colbert, B. R., Testa, J. C., & Bailey, H. (2021). Spatial and temporal variation in the occurrence of bottlenose dolphins in the Chesapeake Bay, USA, using citizen science sighting data. *PLoS One*, 16(5), e0251637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251637>
- Sandbach, S. D., Nicholas, A. P., Ashworth, P. J., Best, J. L., Keevil, C. E., Parsons, D. R., ... & Simpson, C. J. (2018). Hydrodynamic modelling of tidal-fluvial flows in a large river estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 212, 176-188. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.06.023>
- Santos, U. A. D., Alvarez, M. R., Schilling, A. C., Strenzel, G. M. R., & Pendu, Y. L. (2010). Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864)(Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, 10, 67-73. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000200007>
- Sharma, A., Mishra, K., & Pandey, A. Dolphin as Bioindicator—A Review. (2020). *Recent Advances in Chemistry and its Impact on Society*, 119.
- Silva, I. M., Jesus, N., Castro, J., & Luís, A. R. (2024). The Effects of Vessel Traffic on the Behavior Patterns of Common Dolphins in the Tagus Estuary (Portugal). *Animals*, 14(20), 2998. <https://doi.org/10.3390/ani14202998>.
- Simonis, A. E., Roch, M. A., Bailey, B., Barlow, J., Clemesha, R. E., Iacobellis, S., ... & Baumann-Pickering, S. (2017). Lunar cycles affect common dolphin *Delphinus delphis* foraging in the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*, 577, 221-235. <https://doi.org/10.3354/meps12247>
- Stewart, B. S., Clapham, P. J., & Powell, J. A. (2002). National Audubon Society Guide to Marine Mammals of the World (National Audubon Society Field Guide). Knopf, New York.
- União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). “Common Dolphin, *Delphinus delphis*”. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/134817215/199893039#>
- Vasconcelos, R. P., Reis-Santos, P., Fonseca, V., Maia, A., Ruano, M., França, S., ... & Cabral, H. (2007). Assessing anthropogenic pressures on estuarine fish nurseries along the Portuguese coast: a multi-metric index and conceptual approach. *Science of the Total Environment*, 374(2-3), 199-215. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.12.048>.
- Vaz, N., Mateus, M., Pinto, L., Neves, R., & Dias, J. M. (2019). The Tagus Estuary as a numerical modeling test bed: A review. *Geosciences*, 10(1), 4. <https://doi.org/10.3390/geosciences10010004>.
- Wilson, R. (2022). Diurnal and tidal influence on the spatial distribution and surface activity of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Shannon Estuary, Ireland. *The Plymouth Student Scientist*, 15(2), 102-126. <https://doi.org/10.24382/s0hv-mm50>

Wise, L., Ferreira, M., Sequeira, M., & Silva, A. (2005). Estudo das Interações entre Mamíferos Marinhos e a Pesca de Cerco na Costa Oeste Portuguesa. *Relatórios Científicos e Técnicos IPIMAR, Série digital*, (25).

Würsig, B., Thewissen, J. G. M., & Kovacs, K. M. (Eds.). (2017). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press.

Xie, Q., Gui, D., Wang, W., Zhang, Y., Zhang, H., Yuan, L., & Gong, W. (2024). Predictable oceanographic processes drive the formation of a distribution hotspot for Indo-Pacific humpback dolphins at a manmade harbor. *Ocean & Coastal Management*, 253, 107160. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107160>

B) Avistamentos

SAÍDA Nº _____	H INÍCIO _____	BM _____	METEO _____	REGISTOS _____
DATA _____	H FIM _____	PM _____		
	T ESFORÇO _____			

HORA	ESPÉCIE	LOCALIZAÇÃO	AZIMUTE	TAMANHO GRUPO	ATIVIDADE DOMINANTE	EMBARCAÇÕES (Nº)	EMBARCAÇÕES (TIPOLOGIA)	REAÇÃO A EMBARCAÇÕES	OBSERVAÇÕES (elementos aéreos, aves, presas à vista e outras infos relevantes)
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	
					A B P D S R			- 0 +	

C) Formulário (Capa)



OBSERVATÓRIO GOLFINHOS NO TEJO
FORMULÁRIO - CAPA: preencher por dia de observação, inclui os dois turnos

DIA DE OBSERVAÇÃO Nº _____ DATA: ____/____/____

NOME OBSERVADORES (primeiro e último nome de todos os observadores)

Manhã: _____ Tarde: _____

CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS (escolher todas as que se aplicam e/ou o tempo predominante)

Manhã (8-12h)	Tarde (12-16h)
<input type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Vento Acima de 4 BFT <input type="checkbox"/> Vento Abaixo de 4 BFT Visibilidade <input type="checkbox"/> Total (todos os sectores da zona de estudo) <input type="checkbox"/> Média (alguns sectores sem visibilidade) <input type="checkbox"/> Reduzida (não se vê o Bugio; não se vê a margem sul)	<input type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Vento acima de 4 BFT <input type="checkbox"/> Vento abaixo de 4 BFT Visibilidade: <input type="checkbox"/> Total (todos os sectores da zona de estudo) <input type="checkbox"/> Média (alguns sectores sem visibilidade) <input type="checkbox"/> Reduzida (não se vê o Bugio; não se vê a margem sul)

MARÉ (colocar hora:min): Baixa Mar: _____ Preia Mar: _____

AVISTAMENTOS

Sim (indicar quantos avistamentos e o Nº de saída do formulário do avistamento):

Manhã: _____

Não

Tarde: _____

NOTAS

Indicações a reportar para outros observadores, problemas com o material, etc. Registo de interrupções na observação e motivos	Houve conduta inapropriada de embarcações? Se sim especificar o número de saída, tipo de problema e nome do barco e/ou companhia

Anexo II- Participação na atividades desenvolvidas pela WWF

Durante o desenvolvimento do meu estágio, participei em atividades extracurriculares, incluindo reuniões, formações e um workshop. Primeiramente, todas as semanas realizavam-se reuniões da equipa de oceanos, de forma a promover um acompanhamento e comunicação entre todas as pessoas da equipa, com o intuito de resolver problemas em conjunto e monitorizar o progresso de projetos em curso, bem como trocas de ideias. Para além disso, mensalmente ocorriam reuniões de conservação que reuniam todas as equipas da WWF, onde cada equipa partilhava as atualizações sobre as atividades em curso, promovendo a coordenação e o intercâmbio de informações entre as diferentes áreas de trabalho. Cada reunião terminava com uma oficina de conservação, cada oficina tinha um tema diferente, contudo o objetivo era discutir a implementação de estratégias para proteger ecossistemas e a biodiversidade, definindo planos de ação para melhorar os esforços de conservação, promovendo uma abordagem eficaz para a gestão ambiental. Em seguida, estão descritos os detalhes relativos ao workshop e formações:

Workshop “Consumo e Comércio de Tubarões e Raias em Portugal”

Esta sessão teve como principal objetivo debater o comércio e consumo de tubarões e raias em Portugal, promovendo a troca de conhecimento e ideias entre diferentes entidades (WWF, Oceanário de Lisboa, ICNF, GNR, Fundação Oceano Azul, entre outras), com o objetivo de recolher contributos e recomendações para a elaboração do Plano de Ação Nacional para a Gestão e Conservação de tubarões e raias. Nas apresentações realizadas abordaram-se diversas temáticas, nomeadamente:

- Avaliação do risco de extinção no âmbito do futuro Livro Vermelho dos Peixes Marinhos de Portugal;
- Declínio global das populações de tubarões e raias e as dinâmicas do seu comércio internacional implementação da CITES em Portugal e a importância da fiscalização do comércio internacional;
- Papel do ICCAT na regulação das capturas e na rastreabilidade;
- Riscos do consumo humano associados a metais pesados e poluentes;
- Análise ao comércio e consumo nacional, destacando o peso de Portugal como um dos principais exportadores e importadores de carne e derivados destas espécies.

Durante a mesa-redonda foram identificados os principais problemas:

- Falta de transparência e rastreabilidade no comércio (dificuldades na identificação das espécies, falta de fiscalização, registos incorretos);
- Consumo de espécies ameaçadas (tradição gastronómica, falta de literacia, desinformação sobre os riscos para a saúde).

Entre as medidas propostas destacaram-se: reforço de fiscalização e agravamento de sanções, uso de tecnologias como identificação através do DNA e inteligência artificial, maior detalhe nos rótulos e campanhas de sensibilização dirigidas a consumidores, escolas e autoridades.

Em suma, este workshop concluiu-se com a ideia de que apenas através de um esforço coletivo e multissetorial será possível melhorar a rastreabilidade do comércio, reduzir os riscos para a saúde humana e promover um consumo mais sustentável e responsável destas espécies.



Figura 6.1- Participantes do workshop “Consumo e Comércio de Tubarões e Raias em Portugal”, Oceanário de Lisboa, 9 de dezembro de 2024.

Formações dos voluntários do “Observatório Golfinhos no Tejo”

Estas formações têm como objetivo, fornecer formação científica e prática na observação de cetáceos no estuário do Tejo. Para além disso, têm o propósito de capacitar os voluntários para a recolha de dados relevantes acerca da presença e comportamentos dos golfinhos, bem como para o estudo dos padrões de utilização do estuário por parte destes animais.

A formação teórica concentrou-se essencialmente na descrição das espécies observáveis no estuário do Tejo, nas principais atividades que desenvolvem e nos respetivos elementos comportamentais em contexto de observação. Esta incluiu ainda a explicação detalhada das folhas de registo, utilizadas na recolha de dados, bem como a apresentação dos diferentes tipos de embarcações presentes no estuário. Para além disso, incluiu também a apresentação do código de conduta para a observação de cetáceos, de modo a ser possível identificar situações de má conduta.

Já a formação prática, focou-se no reconhecimento do local de observação, incluindo uma breve explicação da divisão dos setores da área de estudo. Esta abrangeu também a explicação da metodologia aplicada na realização das observações e, ainda, instruções detalhadas sobre a montagem e utilização correta dos materiais de observação.



Figura 6.2 e 6.3- Participantes na formação teórica e formação prática, respetivamente.