

Capítulo VIII

Monitorização das interacções de embarcações com o recife artificial de Faro-Ancão com uma aplicação baseada em satélite





MONITORIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES DE EMBARCAÇÕES COM O RECIFE ARTIFICIAL DE FARO-ANCÃO COM UMA APLICAÇÃO BASEADA EM SATÉLITE

Ana Madiedo^{1,3}; Hornam Azanda^{2,3}; Joana Costa^{1,3}; Francisco Leitão⁴; Jorge Ramos³

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade do Algarve, Portugal; ²Erasmus Mundus Association (EMA), Universidade do Algarve, Portugal; ³Centro de Investigação em Turismo, Sustentabilidade e Bem-Estar (CinTurs), Universidade do Algarve, Portugal; ⁴Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve, Portugal. (amcamelo@ualg.pt; hornam.azanda@stu.ucc.edu.gh; jpcosta@ualg.pt; fleitao@ualg.pt; jhramos@ualg.pt)

RESUMO

Os recifes artificiais (RA) desempenham um papel crucial na conservação marinha e na gestão dos recursos, ao imitar as características dos recifes naturais. A monitorização dos padrões de utilização dos RA é essencial para avaliar a sua eficácia e contribuição para diversas actividades. Este estudo foca-se no recife artificial de Faro-Ancão, implantado ao longo da costa sul de Portugal, com o objectivo de monitorizar os padrões de utilização das embarcações em torno do RA. Com a utilização de dados de satélite e terrestres do Sistema de Identificação Automática (AIS), utilizados na aplicação *MarineTraffic*, o estudo analisou 43 dias de monitorização de embarcações em tempo real (19 de maio de 2023 - 30 de junho de 2023) durante os períodos da manhã e da tarde. Os resultados da amostragem indicam um total de 3638 ocorrências de embarcações, com predominância de embarcações de recreio e embarcações de pesca. As embarcações de recreio mostraram uma preferência pelas actividades da tarde, enquanto as embarcações de pesca foram mais abundantes de manhã. Foram observados padrões recorrentes na ocorrência de embarcações, com as embarcações de pesca a navegarem em torno dos recifes artificiais. O estudo destaca a eficácia das ferramentas da indústria 4.0, como a aplicação *MarineTraffic*, na monitorização da utilização de RA. As recomendações para futuras investigações incluem o aumento da duração da amostragem para melhor compreender os padrões de actividade das embarcações e o desenvolvimento de tecnologias para monitorizar embarcações de pesca mais pequenas que não disponham de sistemas de localização. Esta investigação contribui com conhecimentos essenciais sobre a dinâmica das interações dos utilizadores com RA, oferecendo um suporte para estratégias eficazes de gestão e conservação em ambientes marinhos.

Palavras-chave: Embarcações de pesca, embarcações de recreio, ferramentas da Indústria 4.0, aplicação *MarineTraffic*.

INTRODUÇÃO

Os recifes artificiais (RA), definidos como estruturas submersas concebidas para reproduzir as

Monitoring vessel interactions with the Faro-Ancão artificial reef using a satellite-based application

ABSTRACT

Artificial reefs (ARs) play a crucial role in marine conservation and resource management by mimicking natural reef characteristics. Monitoring the usage patterns of ARs is essential to evaluate their effectiveness and contributions to various activities. This study focuses on the Faro-Ancão AR deployed along the southern coast of Portugal, with the aim of monitoring vessels usage patterns around the reef. Employing satellite data from the Automatic Identification System (AIS), used in the *MarineTraffic* application, the study analysed 43 days of real-time vessel tracking (May 19, 2023 – June 30, 2023) during morning and afternoon periods. Sampling results indicate a total of 3638 vessel occurrences, with pleasure crafts or recreational vessels and fishing vessels being predominant. Recreational vessels showed a preference for afternoon activities, while fishing vessels were more abundant in the morning. Recurring patterns in vessel occurrence were observed, with fishing vessels usage around the artificial reefs. The study underscores the effectiveness of industry 4.0 tools such as the *MarineTraffic* app in monitoring AR usage. Recommendations for future research include increasing the sampling duration to better understand vessel activity patterns and developing technologies to monitor smaller fishing vessels lacking tracking systems. This research contributes vital insights into the dynamics of user interactions with ARs, offering a foundation for effective management and conservation strategies in marine environments.

Keywords: Fishing vessels, recreational vessels, industry 4.0 tools, *MarineTraffic* application

características dos recifes naturais, desempenham um papel fundamental na modelação das variáveis físicas, biológicas e socioeconómicas associadas aos recursos marinhos (JENSEN, 1998; SEAMAN,

2000). Estas estruturas funcionam como habitats vitais, proporcionando refúgio e promovendo a biodiversidade, enquanto estimulam o turismo e as actividades recreativas, melhorando assim o bem-estar geral dos ecossistemas marinhos e reforçando as economias regionais (SHANI *et al.*, 2012; RADONSKI *et al.*, 2018; PIOCH *et al.*, 2020).

Em 1990, o Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR) levou a cabo um projeto-piloto para melhorar o ambiente marinho ao longo da costa sul, na região do Algarve (Portugal), com a instalação de dois recifes artificiais. Alguns anos mais tarde (1998-2003) a iniciativa foi alargada e envolveu a instalação de mais seis recifes artificiais, sendo o RA de Faro-Ancão um dos primeiros a ser implantado e alargado. Posicionado estrategicamente, este recife tinha como objectivo melhorar o habitat marinho, aumentar a biodiversidade e apoiar a pesca local, proporcionando um refúgio para os juvenis que migram da Ria Formosa (MONTEIRO & SANTOS, 2000).

Após o estabelecimento destes recifes artificiais, as vantagens ecológicas e económicas que estas concediam ao ambiente marinho foram apuradas. As observações revelaram um aumento da biodiversidade e alguns pescadores reportaram também taxas de captura mais elevadas (SANTOS & MONTEIRO, 2007; WHITMARSH *et al.*, 2008).

Apesar destes resultados positivos, a dinâmica das interacções entre os diferentes tipos de utilizadores e os RA permanece pouco clara na actualidade.

Considerando estas incertezas, surge a necessidade de estabelecer esforços abrangentes de monitorização destinados a decifrar os padrões de utilização (ou não utilização) dos recifes artificiais (RAMOS *et al.*, 2021). Isso torna-se particularmente relevante para avaliar a eficácia das estratégias de gestão de recifes e compreender os diversos modos pelos quais os recifes artificiais contribuem para várias actividades marinhas.

A utilização de ferramentas da Indústria 4.0, como tecnologias móveis e computação em nuvem, pode ser benéfica para a pesca (BRADLEY *et al.*, 2019) e outros tipos de monitorização de recifes artificiais. Essas ferramentas podem fornecer informações valiosas sobre a atractividade dos recifes artificiais e os padrões de uso. Por esta razão, este estudo aproveitou as capacidades da aplicação *MarineTraffic* para o acompanhamento de embarcações em tempo real. Dessa forma tirou-se partido da aplicação, para monitorizar os padrões de utilização de embarcações em torno do RA de Faro-Ancão.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

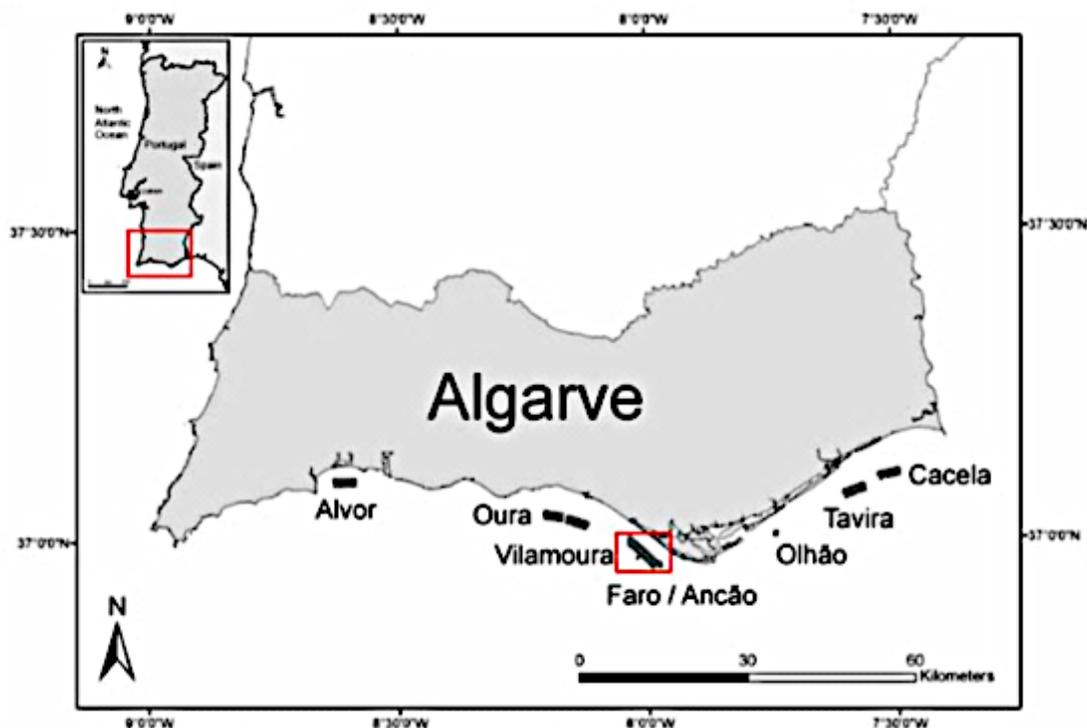


Figura 1. Localização geográfica do Recife Artificial de Faro-Ancão na Costa Algarvia (Fonte: LEITÃO *et al.*, 2008).

A área de estudo abrange o RA de Faro-Ancão, que é um dos sete RA inaugurados ao longo da costa sul de Portugal como um recife pioneiro em 1990, posteriormente acrescido com a imersão de novos elementos recifais em agosto de 2002 (Figura 1). Este recife foi estrategicamente estabelecido como uma iniciativa fundamental com o objetivo geral de melhorar o habitat marinho. Os seus principais objetivos incluem a promoção da biodiversidade e o apoio à pesca local (SANTOS & MONTEIRO, 2007).

Recolha de Dados

Este estudo utilizou dados de satélite e terrestres obtidos a partir do Sistema de Identificação Automática (AIS) para rastrear os padrões de utilização de embarcações associados ao RA de Faro-Ancão. O AIS fornece dados abrangentes sobre o posicionamento de embarcações, tanto históricos como em tempo real, a uma escala global, acessíveis através de várias plataformas. Os satélites utilizados para a recolha de dados AIS são fornecidos por vários operadores principais (e.g., ORBCOMM: Uma rede de satélites de órbita terrestre baixa (LEO) que fornece serviços globais de dados AIS; *Spire Global*: Opera uma constelação de satélites LEO equipados com receptores AIS para colectar e transmitir dados marítimos; *ExactEarth*: Oferece serviços globais de dados AIS através de sua própria constelação de satélites equipados com AIS). Esses operadores de satélite permitem que a *MarineTraffic* forneça uma cobertura abrangente, incluindo áreas onde os receptores AIS terrestres não estão disponíveis, como em mar aberto. (YANG *et al.*, 2009; MUJAL-COLILLES *et al.*, 2022).

Os dados de monitorização de embarcações em tempo real da aplicação/ferramenta *MarineTraffic* (MARINETRAFFIC, 2023) serviram como a fonte de dados principal para esta investigação. A recolha de dados estendeu-se por 43 dias, de 19 de maio a 30 de junho de 2023, abrangendo dois turnos diários, um pela manhã (11h00) e outro à tarde (17h00) por períodos de 15 minutos. Como era importante observar as movimentações das embarcações em tempo real, não foram analisados os períodos da noite/madrugada porque implicavam um período de amostragem disruptivo para os amostradores. Este estudo teve uma função mais no sentido

pedagógico, uma vez que se inseriu nos estágios de integração na investigação promovidos pelo CinTurs (centro de investigação da Universidade do Algarve).

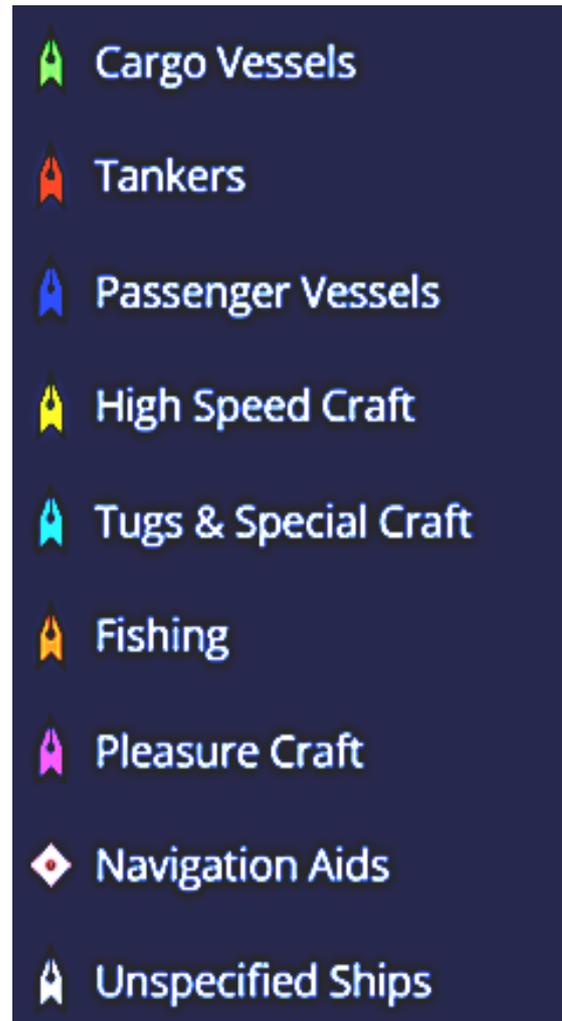


Figura 2. Tipologia das embarcações na aplicação *MarineTraffic*. Legenda: *Cargo vessels* (navios de carga), *Tankers* (navios-tanque), *Passenger Vessels* (embarcações de passageiros), *High Speed Craft* (barco de alta velocidade), *Tugs & Special Craft* (rebocadores e afins), *Fishing* (barcos de pesca), *Pleasure Craft* (barco de lazer), *Navigation Aids* (auxiliares de navegação), *Unspecified Ship* (navio não especificado).

O estudo focou-se em analisar o tráfego e a frequência de diferentes tipos de barcos, classificadas de acordo com o sistema de categorização da aplicação *MarineTraffic*. Esses tipos de embarcações incluem navios de carga, rebocadores, navios de passageiros, embarcações de alta velocidade, embarcações de auxílio à navegação, navios não especificados, embarcações de pesca e embarcações de recreio (Figura 2).

Foram feitas capturas de ecrã durante cada período de amostragem e foram utilizadas ferramentas do Sistema de Informação Geográfica

(SIG) para georreferenciar o RA e delinear a área de estudo num raio de 20 km em redor do recife (Figura 3). A contagem e a classificação das embarcações foram então efetuadas manualmente e relativas ao raio em redor do RA, com especial ênfase na monitorização das embarcações de pesca e de recreio durante o período de observação.

Adicionalmente, foram recolhidos aleatoriamente, no mesmo período, capturas de ecrã de dados da trajetória de embarcações de

pesca e de recreio para além do tempo real. Estes dados foram recolhidos esporadicamente para fornecer uma visão geral representativa da mobilidade das embarcações de pesca e de recreio em torno do recife artificial de Faro-Ancão. A recolha de dados foi levada a cabo através do sítio MARINETRAFFIC (2023). Nesta recolha foram usados vários dispositivos como telemóveis, tablets e computadores portáteis durante todo o período de amostragem.

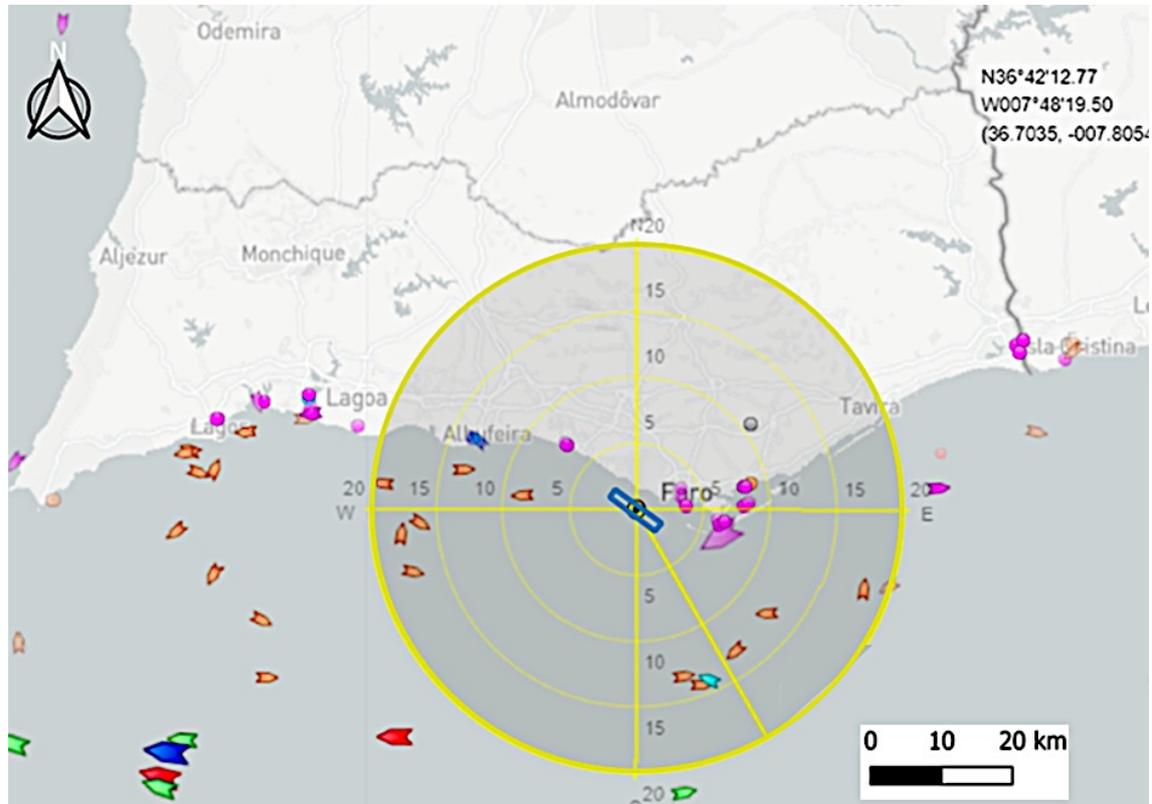


Figura 3. A exposição de navios num raio de 35 km (círculo amarelo que se estende a partir do recife) em torno do recife artificial de Faro-Ancão (retângulo azul). Para clarificação da legenda desta figura, por favor reporte a Figura 2.

RESULTADOS

Ao longo do período de monitorização, a amostra consistiu em 3638 ocorrências de embarcações, sendo as de recreio e as de pesca as predominantes. Não foram encontrados registos de embarcações de auxílio à navegação e apenas foi obtido um registo para embarcações de alta velocidade (Tabela I).

As embarcações de recreio foram predominantemente observadas durante a tarde, enquanto as embarcações de pesca foram mais abundantes durante a manhã (Figura 4). Tanto as embarcações de pesca como as de recreio

apresentaram padrões de ocorrência recorrentes. Alguns dos barcos de pesca operavam regularmente nas imediações da localização do recife artificial, como prova a sua trajetória nas últimas 24 horas.

Por outro lado, as trajetórias anteriores das embarcações de recreio indicam que estas atravessam principalmente a área do recife sem estar sobre o RA muito tempo. As embarcações de pesca atracam normalmente em portos de pesca próximos e são provenientes de Portugal, enquanto as embarcações de recreio ostentavam pavilhões/bandeiras de vários países, predominantemente de origem europeia (Figura 5). A nacionalidade das embarcações – representada

por pavilhões/bandeiras – assim como outras informações conexas são consultáveis a partir dum simples clique sobre o polígono da embarcação.

Cada embarcação tem uma referência única de nove dígitos designado por *Maritime Mobile Service Identity* ou abreviadamente MMSI).

Tabela I. Número total de amostras recolhidas durante o período de controlo, classificadas por tipo de embarcação.

Tipo de Embarcação	Registos
Embarcação de Recreio	2380
Embarcação de Pesca	1079
Navio de Passageiros	80
Rebocador	46
Navio de Carga	35
Navio Tanque	10
Barco Não Especificado	7
Embarcação de Alta Velocidade	1
Embarcação de Auxílio à Navegação	0
TOTAL	3638

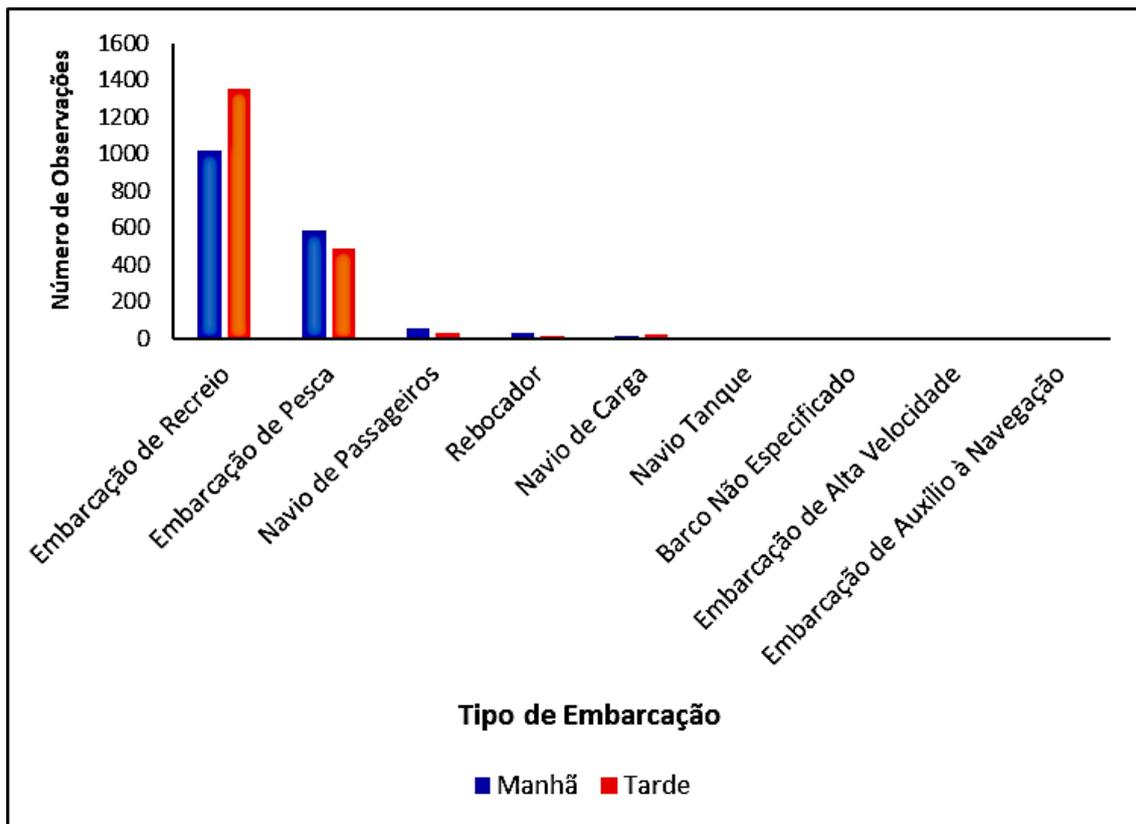


Figura 4. Número total de navios observados de manhã e à tarde para as diferentes tipologias de navios durante o período de amostragem de 43 dias.

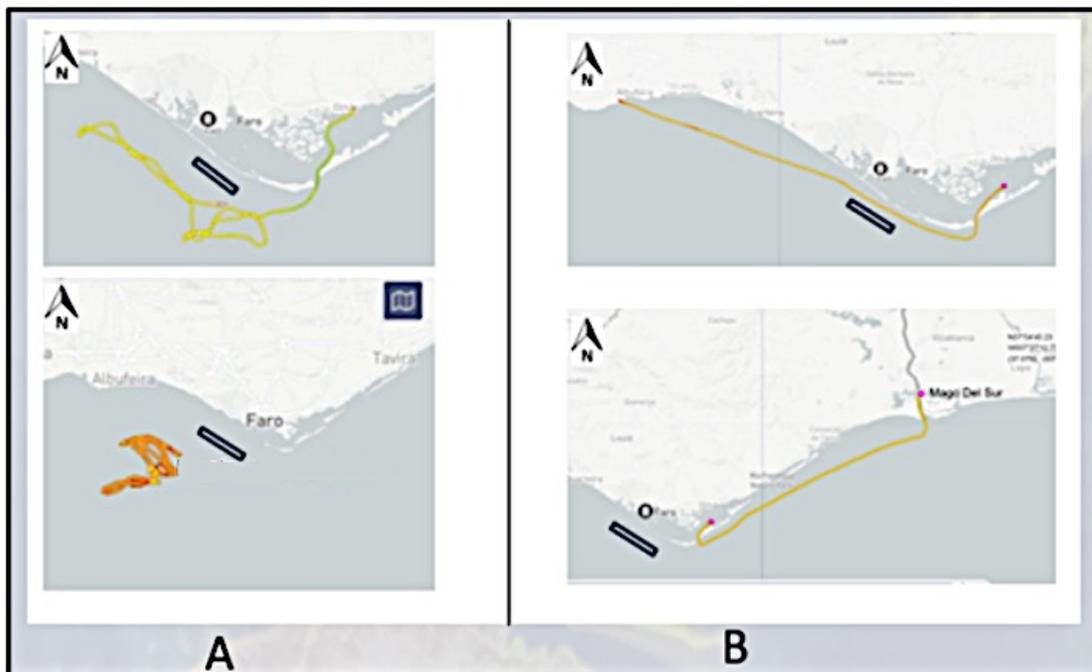


Figura 5. Trajetórias anteriores de algumas embarcações de pesca (A) e de recreio (B) em torno dos recifes artificiais de Faro-Ancão (retângulo azul oblíquo). A coloração da trajetória é referente à velocidade da embarcação, onde amarelo é relativamente mais rápido que laranja e vermelho corresponde à embarcação parada.

Tendo em consideração a média do total de embarcações amostradas e comparando os meses de maio e junho, verificou-se um aumento da presença de embarcações de recreio em junho. Em maio, o número máximo de embarcações de recreio

registado foi de 47, com um mínimo de 17 (Figura 6). Em contrapartida, em junho, o mínimo foi o mesmo, mas o máximo atingiu as 62 embarcações (Figura 7).

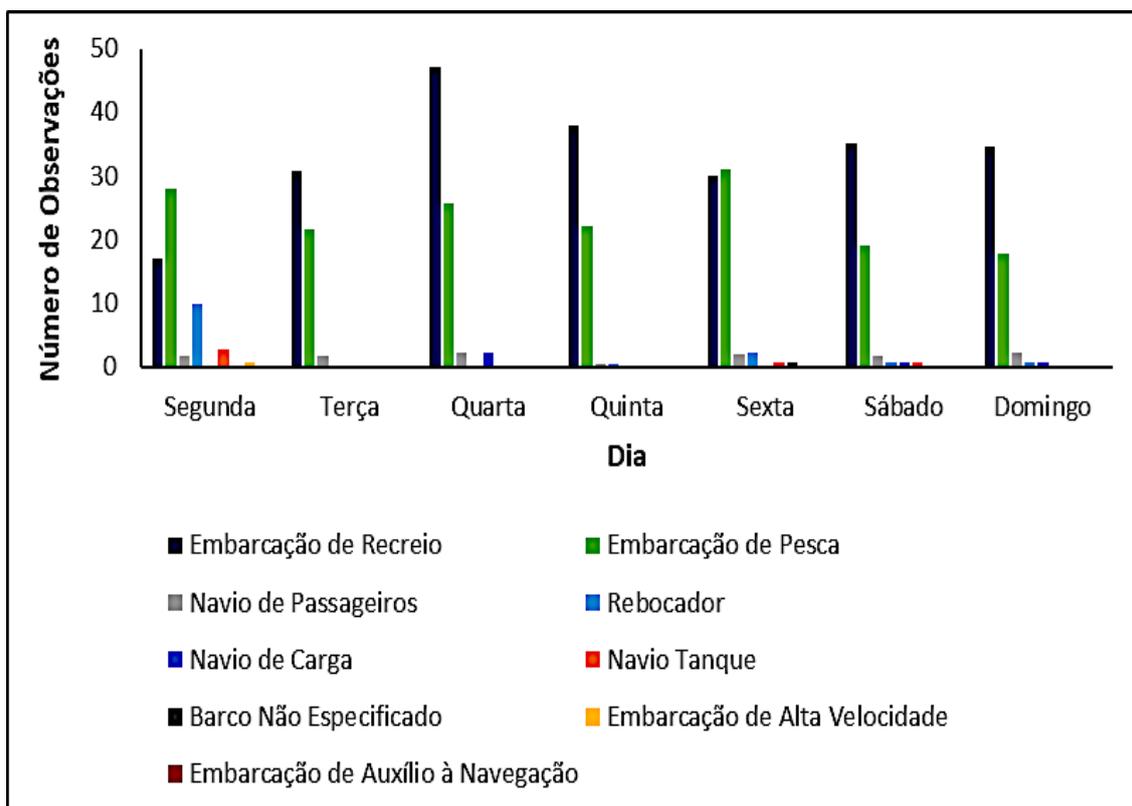


Figura 6. Contagem média diária de navios (manhã e tarde) em maio.

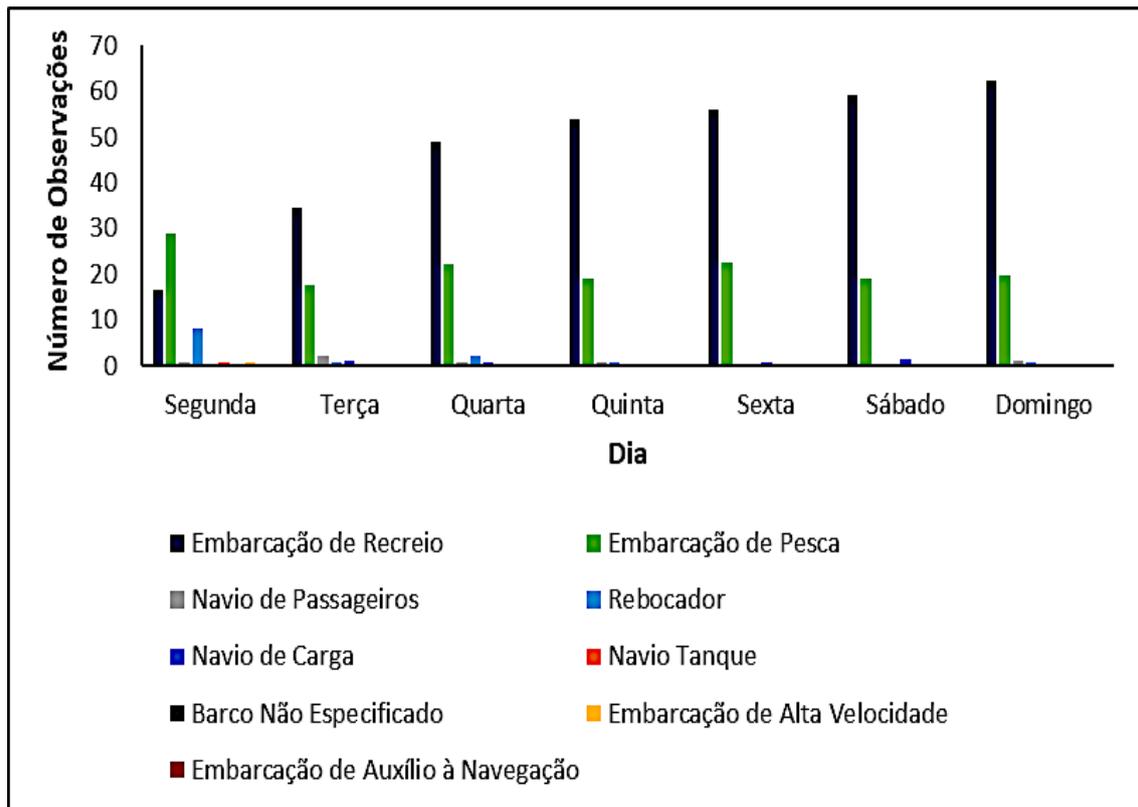


Figura 7. Contagem média diária de navios (manhã e tarde) em junho.

Observou-se uma presença semelhante no número de embarcações de pesca quando comparados os meses de maio e junho. Em ambos os meses, a contagem mínima foi de 18, e apresentou uma variabilidade diária com valores máximos que atingiram 31 embarcações em maio e 29 embarcações em junho. Além disso, em maio, não se verificou um padrão evidente de embarcações de recreio à medida que a semana avançava. No entanto, o número mínimo de barcos de pesca foi registado no fim de semana (i.e., sábado e domingo).

Em contrapartida, o mês de junho apresentou uma tendência clara, com uma presença crescente de embarcações de recreio ao longo da semana. O número mais baixo de embarcações foi observado na segunda-feira, aumentando gradualmente ao longo da semana e atingindo valores máximos durante o fim de semana, sendo o mais elevado no domingo. Relativamente às embarcações de pesca, a segunda-feira registou o maior número, não se verificando diferenças notórias ao longo da semana.

DISCUSSÃO

A integração de ferramentas da Indústria 4.0 surgiu como uma abordagem valiosa para analisar os padrões de utilização dos recifes artificiais. Entre essas ferramentas, as aplicações baseadas em satélite, como a aplicação *MarineTraffic*, oferecem uma plataforma robusta para analisar os trajetos de embarcações em tempo real e históricos, ao facilitar a monitorização da atividade dos recifes artificiais. Neste estudo, a utilização desta aplicação foi fundamental para monitorizar a utilização do recife artificial de Faro-Ancão por várias categorias de embarcações, incluindo pesca, recreio, passageiros, entre outras. No que diz respeito à tipologia das embarcações, os resultados descritos no presente trabalho podem ser utilizados para corroborar algumas linhas de investigação levantadas anteriormente em trabalhos já publicados na literatura para a área em análise (e.g. MONTEIRO & SANTOS, 2000; SANTOS & MONTEIRO, 2007).

Os resultados indicam tendências temporais distintas nas atividades das embarcações. As atividades náuticas de recreio são predominantemente observadas durante as horas da tarde, contrastando com a presença acentuada de atividades de pesca durante a manhã. Embora as embarcações de recreio constituíssem a maior parte dos avistamentos durante o período de amostragem, as suas interações com a área do recife artificial foram principalmente fortuitas, ocorrendo como parte de uma navegação de lazer e não como um alvo deliberado do recife para atividades. Em contrapartida, as embarcações de pesca apresentaram padrões de utilização mais pronunciados e recorrentes, demonstrando múltiplos compromissos em torno da área do recife ao longo do período de monitorização, o que indica a atratividade dos recifes artificiais para melhorar o habitat e as capturas de pescado de tamanho comercial, tal como referido em estudos anteriores (WHITMARSH *et al.*, 2008; PIOCH *et al.*, 2020).

O declínio observado no número de embarcações de pesca no final do período de amostragem, juntamente com um aumento notável de embarcações de recreio, particularmente evidente no dia 21 de junho à tarde, está alinhado com o início do verão. É um fenómeno bem estabelecido de que as atividades náuticas de recreio se intensificam com a chegada de uma estação do ano mais quente e de mais horas de luz do dia, marcando o início da época de verão. Aparentemente existem padrões de utilização das áreas recifais que variam consoante as estações do ano. Estes padrões derivam de vários aspetos, condicionados por condições atmosféricas, maior pressão antrópica na área costeira na época estival, entre outras (RAMOS *et al.*, 2021).

Embora embarcações como navios de passageiros, de carga e rebocadores estivessem esporadicamente presentes dentro dos limites de amostragem, apresentaram uma interação mínima com o RA e, portanto, foram consideradas irrelevantes para este estudo. No entanto, é imperativo reconhecer uma limitação encontrada durante a nossa investigação: a dependência de dados do AIS, que está predominantemente disponível em embarcações maiores, incluindo o transporte de passageiros. Além disso, algumas embarcações equipadas com AIS podem tê-lo desativado por várias razões, o que dificulta a

recolha de uma amostra abrangente que reflita o cenário real. Esta limitação é particularmente relevante na medida em que os dados do AIS desempenham um papel fundamental na monitorização dos recifes artificiais. Consequentemente, os dados recolhidos podem subestimar o número real de embarcações, especialmente no que respeita às embarcações mais pequenas, como os barcos de pesca artesanal, que normalmente não dispõem de equipamento AIS. O presente estudo pode ser corroborado pelos resultados encontrados anteriormente num estudo semelhante para a mesma zona (ITO *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo destaca a importância do RA de Faro-Ancão para as embarcações de pesca, evidenciada por padrões de utilização discerníveis observados em trajetórias passadas. Embora as embarcações de recreio também atravessem a área do recife, a sua utilização permanece menos definida, caracterizada principalmente por uma zona de passagem e não por atividades específicas dentro da zona do recife artificial. Por outro lado, outros tipos de embarcações mostram uma associação mínima com o recife, utilizando a área principalmente como rota de navegação.

No entanto, para obter uma compreensão mais profunda dos padrões de utilização da RA nos diferentes tipos de embarcações, é imperativo aumentar a duração da amostragem. Isto pode implicar o aumento da frequência da recolha de dados ao longo do dia, tendo em conta que as horas de monitorização escolhidas podem não captar totalmente os picos de pesca ou de atividades recreativas. O aumento da duração da amostragem facilitará uma análise mais precisa das interações atuais com a zona selecionada.

Além disso, para fazer face à escassez de dados relativos às embarcações que não dispõem de AIS e que utilizam RA, é necessário desenvolver tecnologias inovadoras. Estas tecnologias devem permitir a monitorização de embarcações de pesca mais pequenas que não possuem sistemas de seguimento convencionais. Ao fazê-lo, podemos obter uma descrição mais abrangente e precisa da utilização do RA,

melhorando a nossa compreensão da dinâmica ecológica e socioeconómica.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais portugueses através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito dos projetos UIDB/04020/2020, UIDB/04326/2020, UIDP/04326/2020, LA/P/0101/2020 e 2022.01783.PTDC (AM e JC) e as Chamadas Individuais para Científicos Estímulo ao Emprego 2021.02180.CEECIND (JR) e 2022.04803.CEECIND (FL).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADLEY, D., MERRIFIELD, M., MILLER, K.M., LOMONICO, S., WILSON, J.R., & GLEASON, M. G. 2019. Opportunities to improve fisheries management through innovative technology and advanced data systems. *Fish and Fisheries*, **20**(3), 564-583. (doi: 10.1111/faf.12361)
- ITO, P., COSTA, J., & RAMOS, J. 2022. Pilot monitoring to investigate the usefulness of artificial reefs using vessel tracking technology and cloud computing: a case study in southern Portugal. (disponível em: https://ir.library.oregonstate.edu/concern/conference_proceedings_or_journals/37720n065)
- JENSEN, A. 1998. *European Artificial Reef Research Network (EARRN): Final Report and Recommendations*. University of Southampton. (doi: 10.1006/jmsc.2002.1298)
- LEITAO, F., SANTOS, M.N., ERZINI, K., & MONTEIRO, C.C. 2008. Fish assemblages and rapid colonization after enlargement of an artificial reef off the Algarve coast (Southern Portugal). *Marine Ecology*, **29**(4), 435-448. (doi: 10.1111/j.1439-0485.2008.00253.x)
- MARINETRAFFIC 2023. MarineTraffic: global ship tracking intelligence. Website: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/>.
- MONTEIRO, C.C., & SANTOS, M.N. 2000. Portuguese artificial reefs. In: JENSEN, A.C., COLLINS, K.J., LOCKWOOD, A.P.M. (Eds.). *Artificial Reefs in European Seas*, pp. 249-261, Dordrecht: Springer Netherlands. (doi: 10.1007/978-94-011-4215-1_15)
- MUJAL-COLLILLES, A., MENDO, T., SWIFT, R., JAMES, M., CROWE, S., & MCCANN, P. 2022). Low-cost tracking system to infer fishing activity from small scale fisheries in Scotland. In: GUEDES SOARES, C. & SANTOS, T.A. (Eds.). *Trends in Maritime Technology and Engineering. Volume 2: proceedings of the 6th International Conference on Maritime Technology and Engineering (MARTECH 2022, Lisbon, Portugal, 24-26 May 2022)*, pp. 129-134, Taylor & Francis. (doi: 10.1201/9781003320289-14)
- PIOCH, S., DE MONBRISON, D., & SIMARD, F. 2020. Artificial Reefs in France: Current State-of-the-Art and Recent Innovative Projects. In: BORTONE, S. A. & OTAKE, S. (Eds.). *Modern Fisheries Engineering*, pp. 31-40, CRC Press, London.
- RADONSKI, G.C., MARTIN, R.G., & DUBOSE, W.P. 2018. Artificial reefs: the sport fishing perspective. In *Artificial Reefs* (pp. 529-536). CRC Press. (doi: 10.1201/9781351069915-27)
- RAMOS, J., TUATY-GUERRA, M., ALMEIDA, M., RAPOSO, A.C., GAUDÊNCIO, M.J., SILVA, A.D., RODRIGUES, N., LEANDRO, S.M., & CAETANO, M. 2021. An artificial reef at the edge of the deep: An interdisciplinary case study. *Ocean & Coastal Management*, **210**, 105729. (doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105729)
- SANTOS, M.N., & MONTEIRO, C.C. 2007. A fourteen-year overview of the fish assemblages and yield of the two oldest Algarve artificial reefs (southern Portugal). In: RELINI, G., RYLAND, J. (Eds.). In *Biodiversity in Enclosed Seas and Artificial Marine Habitats: Proceedings of the 39th European Marine Biology Symposium, held in Genoa, Italy, 21-24 July 2004*, pp. 225-231, Springer Netherlands. (doi: 10.1007/978-1-4020-6156-1_19)
- SEAMAN, W.S.J. (Ed.) 2000. *Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats*. Boca Raton, FL: CRC Press, USA.
- SHANI, A., POLAK, O., & SHASHAR, N. 2012. Artificial reefs and mass marine ecotourism. *Tourism Geographies*, **14**(3), 361-382. (doi: 10.1080/14616688.2011.610350)
- WHITMARSH, D., SANTOS, M.N., RAMOS, J., & MONTEIRO, C.C. 2008. Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): An economic analysis of the fisheries and the prospects for management. *Ocean & Coastal Management*, **51**(6), 463-468. (doi: 10.1016/j.ocecoaman.2008.04.004)
- YANG, D., WU, L., WANG, S., JIA, H., & LI, K.X. 2019. How big data enriches maritime research – a critical review of Automatic Identification System (AIS) data applications. *Transport Reviews*, **39**(6), 755-773. (doi: 10.1080/01441647.2019.1649315)

