Revista Ciência Aberta Lusófona
V.2, 2026
E-ISSN: 3051-7842

Comunicação

Da monitorização à publicação de dados FAIR: integrar a Ciência Aberta no CIIMAR Watch

From monitoring to the publication of FAIR data: integrating Open Science into CIIMAR Watch

Del monitorización a la publicación de datos FAIR: integrar la ciencia abierta en CIIMAR Watch

Adriana Luís Martins Garcia*
Universidade do Porto, Portugal
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-0716-0182
garcia.adrianaluis@gmail.com

Maria Paola Tomasino
Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR) da Universidade do Porto, Portugal
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3255-0982
mtomasino@ciimar.up.pt

João Aguiar Castro
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC-TEC), Portugal
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5475-5156
joao.a.castro@inesctec.pt

* Autor correspondente.

Resumo

Programas de monitorização ambiental de longo prazo geram conjuntos de dados complexos e heterogéneos, resultantes da integração de múltiplas disciplinas, metodologias e escalas espaciais e temporais. Apesar do seu elevado valor científico e societal, a publicação destes dados é frequentemente tratada como uma etapa final do processo de investigação, o que limita o seu potencial de reutilização. No

CC BY

contexto da Ciência Aberta, os princípios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable and Reusable*) reforçam a necessidade de integrar práticas de gestão de dados ao longo de todo o ciclo de vida da investigação. Este estudo analisa o CIIMAR Watch, um programa de monitorização multidisciplinar da costa norte de Portugal, como caso de estudo das práticas atuais de gestão de dados, através de entrevistas semiestruturadas a investigadores envolvidos no programa. Os resultados evidenciam elevada diversidade de práticas e ausência de abordagens padronizadas à organização, metadados e publicação de dados. Propõe-se uma abordagem integrada que combina um Book of Protocols com um Data Publishing Roadmap orientado ao ciclo de vida dos dados, promovendo dados mais consistentes, transparentes e reutilizáveis em contextos de monitorização marinha.

Palavras-chave:

Monitorização Marinha; Gestão de Dados de Investigação; FAIR; Ciência Aberta

Abstract

Long-term environmental monitoring programmes generate complex and heterogeneous datasets, resulting from the integration of multiple disciplines, methodologies, and spatial and temporal scales. Despite their high scientific and societal value, the publication of this data is often treated as a final stage of the research process, limiting its potential for reuse. In the context of Open Science, the FAIR principles (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable) reinforce the need to integrate data management practices throughout the research lifecycle. This study examines CIIMAR Watch, a multidisciplinary monitoring programme along the north coast of Portugal, as a case study of current data management practices, based on semi-structured interviews with researchers involved in the programme. The results highlight a high diversity of practices and the absence of standardised approaches to data organisation, metadata and publication. An integrated approach is proposed, combining a Book of Protocols with a Data Publishing Roadmap oriented towards the data lifecycle, promoting more consistent, transparent and reusable data in marine monitoring contexts.

Keywords:

Marine Monitoring; Research Data Management; FAIR; Open Science

Resumen

Los programas de seguimiento ambiental a largo plazo generan conjuntos de datos complejos y heterogéneos, resultado de la integración de múltiples disciplinas, metodologías y escalas espaciales y temporales. A pesar de su elevado valor científico y social, la publicación de estos datos se suele tratar

como una etapa final del proceso de investigación, lo que limita su potencial de reutilización. En el contexto de la Ciencia Abierta, los principios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable* y *Reusable*) refuerzan la necesidad de integrar prácticas de gestión de datos a lo largo del ciclo de vida de la investigación. Este estudio analiza CIIMAR Watch, un programa de seguimiento multidisciplinar de la costa norte de Portugal, como caso de estudio de las prácticas actuales de gestión de datos, mediante entrevistas semiestructuradas a investigadores involucrados en el programa. Los resultados evidencian una gran diversidad de prácticas y la ausencia de enfoques estandarizados para la organización, los metadatos y la publicación de datos. Se propone un enfoque integrado que combina un Book of Protocols con un Data Publishing Roadmap orientado al ciclo de vida de los datos, promoviendo datos más consistentes, transparentes y reutilizables en contextos de monitorización marina.

Palabras clave:

Monitorización marina; Gestión de datos de investigación; FAIR; Ciencia abierta

Caso de Estudo: CIIMAR Watch

Programas de monitorização ambiental de longo prazo produzem conjuntos de dados caracterizados por elevada heterogeneidade, resultante da integração de múltiplas disciplinas, metodologias e escalas de observação (Manzella & Novellino, 2022). Esta complexidade coloca desafios significativos à sua gestão, nomeadamente ao nível da organização, documentação e interoperabilidade dos dados ao longo do tempo.

A gestão de dados de investigação continua a ser abordada de forma fragmentada, sendo a sua publicação tratada como uma etapa final e dissociada das restantes fases do processo científico (Whyte & Tedds, 2011; Borgman, 2012; Della Chiesa & Sikder, 2024). Como argumenta Borgman (2012), o valor dos dados de investigação só se concretiza quando estes podem ser reutilizados, o que depende diretamente da qualidade das práticas de gestão e documentação associadas. Os princípios FAIR (Wilkinson et al., 2016) reforçam esta necessidade, mas a sua implementação em contextos reais permanece um desafio, sobretudo em ambientes com elevada diversidade de práticas, formatos de dados e enquadramentos disciplinares (Tanhua et al., 2019; Mons et al., 2020). Estudos sobre comportamentos dos investigadores indicam ainda que a gestão de dados tende a ser moldada por rotinas locais, constrangimentos operacionais e culturas disciplinares, contribuindo para a variabilidade das práticas observadas (Tenopir et al., 2015).

Estes desafios assumem particular relevância no contexto da biologia marinha devido à natureza distribuída e contínua dos programas de monitorização, à diversidade de tipos de dados recolhidos e à dependência de campanhas de campo sujeitas a condições operacionais variáveis. A integração de dados

ao longo de séries temporais extensas exige práticas consistentes de organização e normalização para garantir comparabilidade e reutilização.

Neste contexto, os programas de monitorização marinha constituem casos particularmente relevantes para compreender como estas práticas podem evoluir para abordagens mais integradas e alinhadas com os princípios FAIR.

O CIIMAR Watch enquadra-se neste tipo de iniciativas, constituindo a plataforma institucional de monitorização marinha do CIIMAR. A iniciativa integra esforços previamente desenvolvidos por diferentes equipas numa abordagem coordenada e interdisciplinar dos ecossistemas costeiros, intertidais, subtidais e estuarinos das regiões do Porto e de Viana do Castelo. O programa assume também um papel relevante na disponibilização de dados para múltiplos fins, incluindo investigação, apoio à decisão e envolvimento da sociedade. A produção contínua de dados por diferentes equipas e campanhas coloca desafios adicionais à forma como estes são organizados, descritos e preparados para utilização futura.

O presente trabalho analisa o CIIMAR Watch como caso de estudo, propondo uma abordagem integrada que articule produção, organização e publicação de dados através de um Data Publishing Roadmap alinhado com os princípios FAIR.

Estudo e principais resultados

Com o objetivo de compreender como os investigadores do CIIMAR Watch, foi realizado um estudo qualitativo com base em entrevistas semiestruturadas (Garcia, 2025). O estudo envolveu nove investigadores, incluindo doutorandos, selecionados de forma intencional para abranger diferentes áreas científicas e contextos do programa. Os dados das entrevistas, incluindo transcrições e guiões, encontram-se disponíveis em acesso aberto (Garcia, 2026). A análise seguiu uma abordagem qualitativa baseada em codificação temática, identificando categorias relativas a registo, armazenamento, documentação e partilha de dados.

Os resultados revelam uma elevada diversidade de práticas de gestão de dados entre os investigadores, refletindo a natureza multidisciplinar do CIIMAR Watch e a autonomia das diferentes equipas na organização dos seus fluxos de trabalho. Esta diversidade manifesta-se, por exemplo, na utilização de diferentes formatos de dados gerados pelos equipamentos, levando por vezes os investigadores a converter manualmente os dados para formatos como Excel ou texto simples.

O registo em campo coexiste entre suportes manuais, como folhas impermeáveis e ardósias subaquáticas, frequentemente acompanhadas de informação contextual como coordenadas GPS e condições meteorológicas, e a aquisição direta de dados por sensores e sondas em formato bruto. No entanto, não existem fluxos de trabalho padronizados de transcrição ou integração entre estes registos. O armazenamento recorre maioritariamente a soluções locais e descentralizadas, incluindo computadores pessoais, discos externos, servidores institucionais, frequentemente sem estrutura comum ou controlo de

acesso claramente definidos. Existe uma consciência generalizada da importância da documentação e dos metadados, mas as práticas permanecem informais, sendo rara a aplicação de *standards* reconhecidos. Quanto à partilha, observa-se abertura crescente, ainda que condicionada pela ausência de orientações institucionais claras e de infraestruturas adequadas. A Tabela 1 sistematiza estas práticas e as limitações associadas.

Tabela 1

Síntese de práticas de gestão de dados no CIIMAR Watch

Dimensão	Práticas observadas	Limitações identificadas
Registo e Anotação de dados	Registo manual em campo (folhas impermeáveis, ardósias); digitalização posterior; aquisição direta por sensores e sondas (*raw data*).	Heterogeneidade de métodos; ausência de procedimentos normalizados.
Armazenamento e Organização	Uso de computadores pessoais, discos externos e servidores institucionais; estruturas definidas ao nível de equipa.	Organização descentralizada; ausência de estrutura comum.
Documentação e Metadados	Consciência da importância da documentação; uso ocasional de notas, relatórios ou README.	Práticas informais e não padronizadas; ausência de *standards* de metadados.
Partilha e Reutilização	Partilha entre colaboradores; crescente abertura à publicação de dados.	Falta de orientações claras; incerteza sobre repositórios e formatos; limitações técnicas.

Integração de práticas e Data Publishing Roadmap

Os resultados evidenciam que os desafios da gestão de dados no CIIMAR Watch resultam sobretudo da ausência de articulação consistente entre práticas ao longo do ciclo de vida dos dados. Esta situação manifesta-se na coexistência de registos manuais e digitais e na organização descentralizada da informação, dificultando a integração entre etapas e comprometendo a consistência, a transparência e o potencial de reutilização dos dados. Torna-se necessário enquadrar a gestão de dados numa perspetiva integrada do ciclo de vida, em que decisões tomadas em etapas iniciais condicionam diretamente a estruturação, partilha e reutilização posteriores.

Em resposta aos desafios identificados, foram desenvolvidos dois instrumentos complementares. O primeiro consiste no Book of Protocols do CIIMAR Watch, que reúne e harmoniza os protocolos de amostragem, definindo sistemas consistentes de identificação e descrição de dados. O segundo corresponde a um Data Publishing Roadmap, concebido para articular o planeamento e organização dos dados, a sua produção em contextos harmonizados, a estruturação e curadoria, e a publicação como *outputs* científicos. O Data Publishing Roadmap estabelece uma ligação clara entre a produção de dados

através de Standard Operating Procedures (SOPs) e as etapas subsequentes de organização, documentação e publicação dos *datasets*. Em conjunto, estes contributos promovem uma abordagem mais integrada à gestão de dados e reforçam o alinhamento com os princípios FAIR.

Conclusão

Os resultados deste estudo evidenciam que a gestão de dados no CIIMAR Watch é marcada por elevada diversidade de práticas, fortemente influenciada por especificidades disciplinares e operacionais, e pela ausência de referenciais comuns ao longo do ciclo de vida dos dados. A abordagem proposta, articulando o Book of Protocols com um Data Publishing Roadmap orientado ao ciclo de vida dos dados, operacionaliza os princípios FAIR em práticas concretas, contribuindo para uma gestão e publicação de dados mais consistente, transparente e reutilizável em contextos multidisciplinares de monitorização ambiental.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto ATLANTIDA II (ref. NORTE2030-FEDER-01799200), projeto cofinanciado pela União Europeia através do Programa Regional NORTE 2030 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

O trabalho foi igualmente desenvolvido no âmbito do contrato para a constituição do Centro para a Gestão de Dados de Investigação (GDI), integrado no Programa Nacional de Ciência Aberta e Dados Abertos de Investigação (PNCADAI) e financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR).

Este trabalho baseia-se em dados recolhidos no âmbito do programa de monitorização CIIMAR Watch, uma iniciativa de monitorização marinha de longo prazo, liderada e integralmente financiada pelo CIIMAR.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Disponibilização dos Dados de Investigação

Garcia, A. L. (2026). Transcrições e guião de entrevistas do estudo de caso CIIMAR Watch sobre gestão e partilha de dados marinhos e ambientais [Data set]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.17059047

CRediT – Contribuições dos Autores

Adriana Luís Martins Garcia | Conceptualização, Recolha de dados, Escrita – Redação original
Maria Paola Tomasino | Conceptualização, Supervisão, Escrita – Revisão e edição
João Aguiar Castro | Conceptualização, Supervisão, Escrita – Redação original

Referências

Borgman, C. L. (2012). The conundrum of sharing research data. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *63*(6), 1059–1078. https://doi.org/10.1002/asi.22634

Della Chiesa, S., & Sikder, S. K. (2024). Rethinking Data Management Planning: Introducing Research Output Management Planning (ROMPi) *Approach. Data Science Journal*, *23*, e34. https://doi.org/10.5334/dsj-2024-034

Garcia, A. L. (2025). *Gestão e partilha de dados marinhos e ambientais: Estudo de caso aplicado ao CIIMAR Watch* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. https://hdl.handle.net/10216/170178

Manzella, G., & Novellino, A. (Eds.). (2022). *Ocean science data: Collection, management, networking and services*. Elsevier.

Mons, B., Neylon, C., Velterop, J., Dumontier, M., da Silva Santos, L. O. B., & Wilkinson, M. D. (2020). Cloudy, increasingly FAIR: Revisiting the FAIR data guiding principles for the European Open Science Cloud. *Information Services & Use*, *40*(1–2), 49–56. https://doi.org/10.3233/ISU-170824

Tanhua, T., Pouliquen, S., Hausman, J., O'Brien, K., Bricher, P., de Bruin, T., Buck, J. J. H., Burger, E. F., Carval, T., Casey, K. S., Diggs, S., Giorgetti, A., Glaves, H., Harscoat, V., Kinkade, D., Muelbert, J. H., Novellino, A., Pfeil, B., Pulsifer, P. L., … Zhao, Z. (2019). Ocean FAIR data services. *Frontiers in Marine Science*, *6*, 440. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00440

Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Aydinoglu, A. U., Wu, L., Read, E., Manoff, M., & Frame, M. (2015). Data sharing by scientists: Practices and perceptions. *PLoS ONE*, *10*(6), e0134826. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134826

Whyte, A., & Tedds, J. (2011). Making the case for research data management. *Digital Curation Centre*. http://www.dcc.ac.uk/resources/briefing-papers

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., et al. (2016). The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, *3*, e160018. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18