

Rede de Infraestruturas de Pesquisa Marinha do Atlântico e a Década da Ciência Oceânica no Brasil

Moacyr Cunha de Araújo Filho¹, Fábio Nascimento de Carvalho², Rubens Mendes Lopes³

Resumo

O conhecimento sobre os oceanos é vital para promover o bem-estar da sociedade e a sustentabilidade ambiental, mas a vastidão, as condições extremas e os altos custos associados tornam-se grandes barreiras tecnológicas ao estudo dos oceanos, que exigem a união de esforços para transpô-las. O empenho da diplomacia científica na busca de acordos multilaterais para a mitigação destes obstáculos permite aglutinar os atores interessados e amplificar o poder de ações efetivas. Neste artigo, é abordada a *All-Atlantic Marine Research Infrastructure NETwork* (AA-MARINET), uma iniciativa que reúne integrantes das Américas, da África e Europa com o objetivo de empreender ações que melhorem o uso, o compartilhamento e o

Abstract

Knowledge about the oceans is vital to promote environmental sustainability and societal welfare, but the vastness, the extreme conditions, and the associated high costs, represent major technological barriers to the study of the oceans, demanding concerted actions to mitigate them. The efforts of scientific diplomacy in the search for multilateral agreements promote interactions among interested actors and amplify the strength of concrete initiatives. In this article, we introduce the All-Atlantic Marine Research Infrastructure NETwork (AA-MARINET), which brings together members from the Americas, Africa, and Europe aiming at improving the application, sharing and development

1 Doutor em Física e Química do Meio Ambiente pelo *Institut National Polytechnique de Toulouse*, França. Professor do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

2 Doutor em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Engenheiro do Laboratório de Instrumentação Oceanográfica da UFRJ.

3 Doutor em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Professor do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP).

desenvolvimento de infraestruturas para a pesquisa e o monitoramento marinho do Oceano Atlântico.

of research and monitoring infrastructure for the Atlantic Ocean.

Palavras-chave: Articulação de observações. Compartilhamento de infraestrutura de observação. Estímulo às complementaridades. Melhores Práticas. Observação e interação plataforma-região costeira/oceânica. Imageamento pelágico. Áreas polares.

Keywords: Articulation of observations. Sharing of observational infrastructure. Boosting complementarities. Best practices. Open ocean-shelf/coastal observation. Pelagic imaging. Polar areas.

1. Introdução

A gestão sustentável dos oceanos pressupõe, necessariamente, o conhecimento sobre o seu funcionamento, não apenas a cerca de como acontecem e se relacionam os mecanismos físicos, químicos, geológicos e biológicos, mas também como os oceanos interagem com os continentes e a atmosfera. As infraestruturas de investigação marinha fornecem as ferramentas de que os cientistas e inovadores precisam para conhecer e compreender melhor os ecossistemas oceânicos, além de desenvolver soluções para uma utilização sustentável dos seus recursos. Diante da grande variabilidade espacial e temporal destes mecanismos, o estabelecimento de um processo eficaz de partilha de infraestruturas de pesquisa marinha, incluindo a implementação de um mecanismo de acesso transnacional, é de importância crucial para a solução dos desafios comuns. De fato, o uso e a sustentabilidade a longo prazo das infraestruturas de pesquisa marinha custam mais do que qualquer país atlântico unilateralmente possa pagar.

Resultado de esforços de diplomacia científica (POLEJACK, 2021), o estabelecimento de acordos multi e bilaterais envolvendo países dos dois lados do Atlântico possibilitou a criação da *All-Atlantic Ocean Research Alliance* (ALLATLANTICOCEAN, 2022a), estruturada em três principais iniciativas. Uma destas ações, a *All Atlantic Cooperation for Ocean Research and Innovation* (AANCHOR) (AANCHOR, 2022), trata mais especificamente do Atlântico tropical e Sul e tem por objetivo central contribuir para a implementação: da Declaração de Belém (EU, 2017), assinada em julho de 2017 pela União Europeia (UE), pelo Brasil e pela África do Sul; e dos acordos bilaterais posteriormente assinados, envolvendo a UE os outros países atlânticos, tais como a Argentina, Cabo Verde e Marrocos.

Como estratégia de atuação, a AANCHOR está organizada numa série de Ações Conjuntas, entre elas a *All-Atlantic MARine Research Infrastructure NETwork* (AA-MARINET) (ALLATLANTICOCEAN, 2020), que visa à criação de um arcabouço de colaboração de longo prazo para promover e facilitar a convergência e o alinhamento das iniciativas envolvendo infraestrutura de pesquisa e inovação em Ciências do Mar na Bacia Atlântica. A ideia é mobilizar e engajar os diversos atores - pesquisadores, representantes de governos, universidades, organizações não governamentais (ONG), da indústria e sociedade civil - em ambos os lados do oceano Atlântico, de modo a garantir não apenas uma participação ampla de todos os envolvidos, mas também a sustentabilidade de longo prazo da rede (DEYOUNG *et al.*, 2019). Como novidade, a Ação Conjunta AA-MARINET segue exatamente a abordagem inversa dos mecanismos mais convencionais de articulação, que passam do sentido de “comunidade” à definição de ações colaborativas. Aqui, o ponto de partida é o estabelecimento de vínculos entre parceiros de ações articuladas, planejadas por meio da identificação de potenciais sinergias e colaborações. Este processo criará oportunidades para expandir abordagens mais convencionais, nomeadamente testando e desenvolvendo uma nova articulação de estruturas que podem, então, ser integradas nas comunidades já existentes.

2. Ação conjunta para compartilhamento de infraestruturas de pesquisa marinha no Atlântico – AA-MARINET (ALLATLANTICOCEAN, 2020)

As atividades do AA-MARINET abordarão, a longo prazo, os cinco tipos diferentes de infraestruturas de pesquisa marinha que foram identificados pelo *sub-Multi Stakeholders Platform* (sMsP) “*Convergence and alignment of R&I infrastructures initiatives*” para tratar as áreas temáticas da Declaração de Belém, quais sejam: (i) embarcações de pesquisa; (ii) sistemas de aquisição de dados *in-situ*; (iii) centros de dados; (iv) instalações marítimas terrestres/*offshore* para engenharia; e (v) instalações experimentais para biologia e estudos ecossistêmicos.

O *Atlantic International Research Centre* (AIR Centre) (AIR CENTRE, 2022) coordena as ações da AA-MARINET. Trata-se de uma estrutura de gestão abrangente, composta por um Grupo de Desenvolvimento & Gestão (GDG) e por um Grupo Comunidade (GC). O GDG supervisionará e avaliará as atividades da rede AA-MARINET e garantirá o envolvimento da ampla comunidade de todo o oceano Atlântico - All-Atlantic Ocean Observing System (AtlantOS), Improving and integrating the European Ocean Observing and Forecasting System (EuroSea), Tropical and South Atlantic Climate-Based Marine Ecosystem Prediction for Sustainable Management

(TRIATLAS), Prediction and Research moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA), Atlantic Ecosystems Assessment, Forecasting & Sustainability (AtlantECO), Integrated Assessment of Marine Ecosystem in Space and Time (iAtlantic), entre outras iniciativas de pesquisa -, com um objetivo final de produzir orientações para otimizar a utilização e partilha de infraestruturas de pesquisa no Atlântico.

Para promover a abordagem de primeiro nível e o envolvimento entre parceiros, um portal web está sendo elaborado com a finalidade de facilitar a articulação das atividades de observação conduzidas na Bacia Atlântica. Como uma ferramenta central do AA-MARINET, o portal web será transversal a todos os tipos de sistemas de observação e a todos os domínios geográficos e cronogramas, reunindo informações sobre as atividades em andamento e planejadas em médio e longo prazos. As informações disponibilizadas serão utilizadas por cientistas/operadores de infraestruturas de pesquisa, além de outros pesquisados e demais atores em busca de complementaridades e/ou oportunidades de cooperação.

A fim de promover a abordagem de segundo nível de cooperação, a AA-MARINET facilitará a criação de redes de áreas temáticas, atendendo às necessidades específicas das comunidades envolvidas. No período de financiamento inicial da Ação Conjunta, três ações piloto foram implementadas, abordando áreas temáticas em diferentes níveis de maturidade em termos de prontidão para mecanismos de compartilhamento, quais sejam: (a) observação costeira - *All-Atlantic COASTal Observing and technology* (AA-COASTNET); (b) imageamento pelágico - *Pelagic Imaging Network Approach* (I/ITAPINA); e (c) pesquisa polar - *Network of Marine Research Infrastructures for Polar Research* (NMRI-PR).

Em um terceiro nível de alinhamento, estudos de caso terão como foco a possibilidade de troca de tempo de embarcação e de sistemas autônomos, para exercitar oportunidades de cooperação durante os cruzeiros planejados entre operadores de navios de diferentes países do Atlântico, seguindo os exemplos Ocean Facilities Exchange Group (OFEG) (OFEG, 2022) e Eurofleets+ (EUROFLEETS+, 2022). Isto fornecerá o conhecimento de base para expandir potencialmente este mecanismo para outras áreas e comunidades após o término da Ação Conjunta. A Figura 1 expõe um quadro síntese das atividades da Ação Conjunta AA-MARINET.

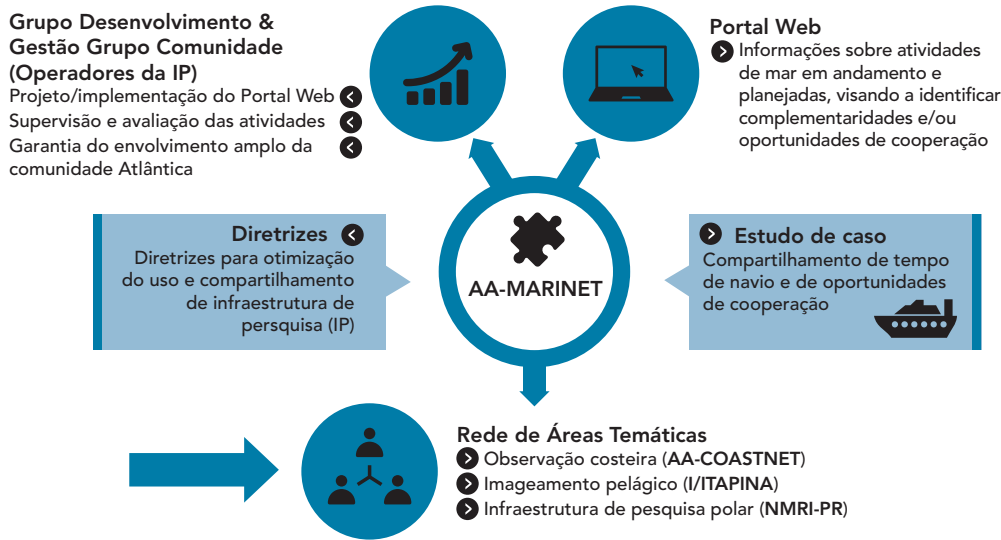


Figura 1. Quadro síntese da Ação Conjunta AA-MARINET

Fonte: J. Moutinho (AIR CENTRE, 2021).

2.1. Objetivos e conexão com as necessidades da sociedade

O objetivo de longo prazo da AA-MARINET é incentivar e estabelecer um processo eficaz para compartilhar infraestruturas e pesquisa, incluindo implementação do mecanismo de acesso transnacional às informações do Portal Web. Entre suas primeiras ações, a AA-MARINET contribuirá para o alcance do objetivo de longo prazo, disponibilizando: (a) uma estrutura de governança composta pelo GDG e GC; (b) uma ferramenta de apoio à identificação de oportunidades de cooperação em atividades de observação (Portal Web); (c) diretrizes sobre o uso compartilhado e acesso transnacional a infraestruturas de pesquisa no Atlântico; (d) estudos de caso reais para fornecer o conhecimento de fundo com a finalidade de expandir potencialmente os mecanismos de compartilhamento; (e) um “fórum” para criar conexões necessárias entre operadores/usuários de infraestruturas de pesquisa específicos de diferentes países atlânticos, como um primeiro passo para otimizar a utilização das infraestruturas.

Os benefícios sociais da implantação da Ação Conjunta AA-MARINET são diversos, com ênfase no seguintes aspectos: (i) promoção de articulações e a exploração de complementaridades entre as diferentes atividades que ocorrem no espaço atlântico, contribuindo para aumentar

o número de observações, tanto no espaço como no tempo, melhorando, assim, as atividades de monitoramento e previsão do funcionamento dos sistemas marinhos; (ii) estabelecimento de articulações e sinergias em tempo real e/ou de forma antecipada, abrindo este ambiente para comunidades “fora” da pesquisa, ampliando, assim, ações de mitigação durante qualquer situação crítica relacionada ao mar; (iii) promoção de maior articulação entre os operadores das infraestruturas e a comunidade operacional, sempre acionada em resposta a uma crise, como operações de busca e resgate ou impacto de eventos climáticos extremos (Maior segurança no mar), acidentes com derramamento de óleo ou eventos de proliferação de algas tóxicas (Saúde e bem-estar humano); (iv) promoção do desenvolvimento de sinergias entre a comunidade de pesquisa e os setores econômicos, como os de pesca, aquicultura ou energia marinha, melhorando a percepção sobre os processos marinhos (Uso sustentável dos recursos marinhos).

2.2. Áreas temáticas piloto da Ação Conjunta AA-MARINET (ALLATLANTICOCEAN, 2020)

As atividades de Ação Conjunta AA-MARINET estão organizadas em três áreas temáticas piloto, que irão explorar barreiras e necessidades para implementar mecanismos eficientes de compartilhamento de infraestruturas de pesquisa em domínios específicos, como observação costeira, imageamento pelágico e pesquisa polar.

- **Rede de Observação e Tecnologia Costeiras - *All-Atlantic COASTal Observing and technology* (AA-COASTNET)** (ALLATLANTICOCEAN, 2022b)

Preenchendo a lacuna histórica entre as observações costeiras e do oceano aberto, a *All-Atlantic COASTal Observing and technology* (AA-COASTNET) contribuirá para homogeneizar observações/sistemas costeiros/regionais e *offshore*, além de criar as condições certas para o compartilhamento de infraestruturas de pesquisa, visando ao desenvolvimento de monitoramento homogeneizado e adequado para a finalidade originalmente prevista, as capacidades de modelagem, o planejamento, a gestão e previsão que envolvem estas atividades.

Os parceiros envolvidos nesta área temática são entidades-chave em seus países para a observação costeira e o desenvolvimento tecnológico. No Brasil, existem quatro iniciativas que integram ativamente este processo. Estas são: (i) The Global Ocean Observing System (GOOS-Brasil); (ii) Sistema de Monitoramento Costeiro (SiMCosta); (iii) Programa Nacional de Boia (PNBoia); e (iv) Projeto Melhores Práticas de Observação do Oceano (MePrO). Estas iniciativas são dedicadas às áreas de meteorologia, medições oceânicas (sensores biogeoquímicos de superfície, correntes, ondas), pesquisa e previsão. Em atividades semelhantes, na África do Sul, podem ser citados o

Shallow Marine and Coastal Research Infrastructure (SMCRI), a Rede Sul-africana de Observação Ambiental (SAEON) e o Instituto Sul-Africano para Biodiversidade Aquática (SAIAB). Na África Ocidental (Golfo da Guiné), por sua vez, podem ser mencionados o *Programme Régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest* (PROPAO) [Programa Regional de Oceanografia Física da África do Oeste] e o banco de dados regional. De modo similar, Cabo Verde conta com o Observatório de Cabo Verde (CVOO), além do Centro de Ciência Oceânica do Mindelo (OSCM). Na Argentina, há a rede de monitoramento de boias e estações de baixo custo (EMAC) e, na Europa, a Infraestrutura de Pesquisa Europeia Conjunta de Observatórios Costeiros (JERICO-RI), que é um conjunto de sistemas que reforçam a rede europeia de observatórios costeiros. A Figura 2 exibe uma síntese dos principais atores envolvidos na área temática piloto AA-COASTNET.

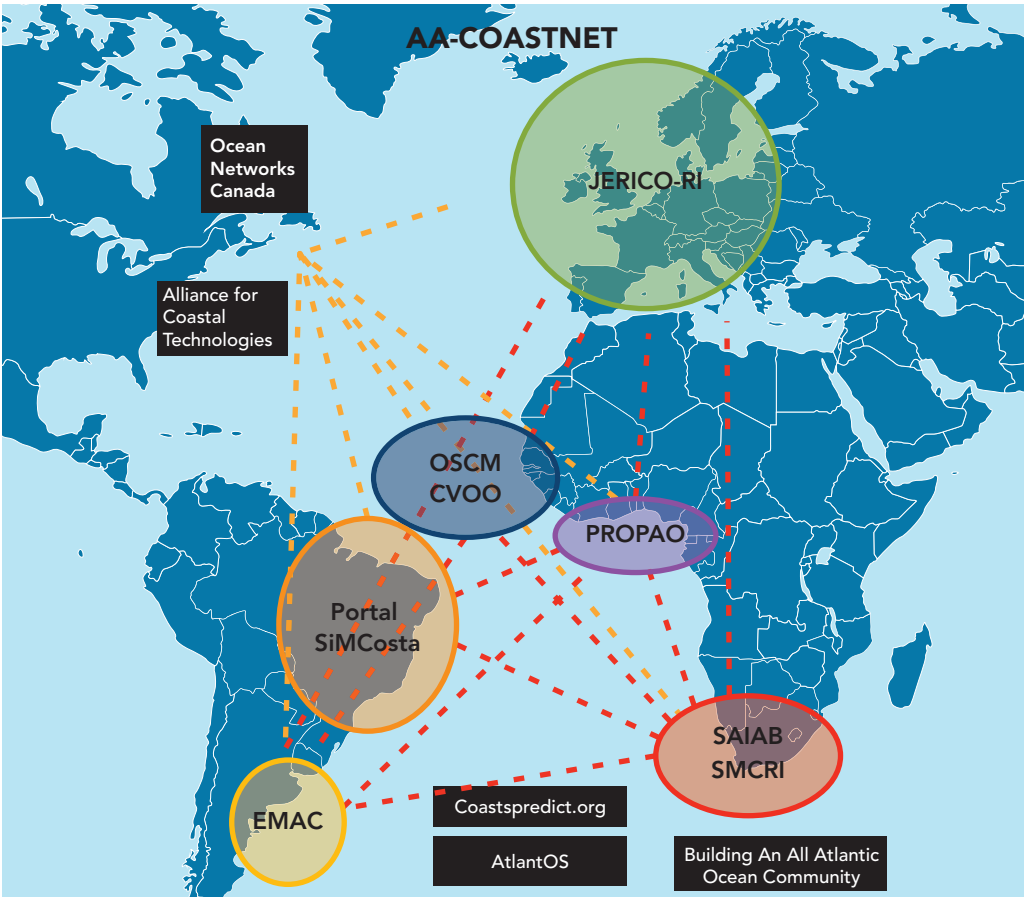


Figura 2. Principais sistemas de observação integrantes da Área Temática AA-COASTNET

Fonte: L. Delauney (IFREMER).

- **Imaginando/Imageando o Atlântico – uma abordagem de Rede de Imageamento Pelágico**
- *Imagine/Imaging the Atlantic – a Pelagic Imaging Network Approach (I/ITAPINA)*
(ALLATLANTICOCEAN, 2022c)

O plâncton é o principal impulsionador da biogeoquímica oceânica e desempenha vários papéis essenciais no oceano: produção de oxigênio, armazenamento e exportação de carbono, remineralização de nutrientes, etc. O plâncton é, ainda, a base das teias tróficas marinhas e regula a dinâmica dos recursos pesqueiros, ou seja, o sustento de milhões de pessoas depende dos processos ecológicos planctônicos. Por outro lado, o florescimento de algas ou águas-vivas prejudiciais põe em perigo a pesca, a aquicultura ou mesmo a produção de energia. Monitorar a dinâmica do plâncton em uma escala espacial e temporal que permita o manejo do ecossistema e dos processos produtivos, incluindo a pesca e a aquicultura é, portanto, um desafio global para a sociedade.

Existem, no entanto, grandes desafios para o estudo desta importante comunidade biológica. Em primeiro lugar, o plâncton compreende desde vírus e bactérias até larvas de peixes e grandes organismos gelatinosos, com tamanhos variando de poucos nanômetros até metros. Outra complexidade inerente ao plâncton é a sua distribuição agregada e fortemente afetada por processos físicos, como transporte advectivo, turbulência e atrito hidrodinâmico. Isto faz com que sua variabilidade espacial e temporal seja de difícil detecção por métodos tradicionais baseados em coletas com redes, pois estes instrumentos não permitem a captura de organismos e de informações derivadas nas escalas em que os fenômenos de fato ocorrem.

Assim, para suprir as demandas mais recentes dos estudos sobre ecologia do ambiente pelágico marinho, vários sistemas de captura de imagens têm sido desenvolvidos e aplicados para detectar o plâncton em alta resolução espacial e temporal. Estes sistemas, associados a rotinas de visão computacional de alta performance, baseadas em aprendizado de máquina, permitem monitorar o plâncton em uma escala sem precedentes e têm fornecido uma nova visão sobre a distribuição espacial e temporal da biomassa e da diversidade, abrangendo uma ampla faixa de tamanho. O imageamento pelágico tem sido aplicado em expedições oceanográficas a bordo de navios de pesquisa, em sistemas *ferry box* embarcados, em fundeios de monitoramento contínuo e, mais recentemente, acoplados a flutuadores lagrangeanos. A análise em tempo real ou quase-real tem possibilitado a conversão direta de dados em conhecimento, inclusive aquele de aplicação imediata como ferramenta de gestão (por exemplo, no monitoramento de algas tóxicas). Os dados assim obtidos são também vitais como subsídios para políticas públicas, incluindo iniciativas relacionadas à mitigação da poluição, da sobrepesca e das mudanças climáticas. A ação temática piloto *Imagine/Imaging the Atlantic – a Pelagic Imaging Network Approach (I/ITAPINA)* constitui o núcleo da comunidade de pesquisa *All Atlantic Optics*, por meio da organização de eventos de *networking* e troca de conhecimentos; do desenvolvimento

de normas técnicas e de partilha de dados; e da elaboração de um roteiro para a criação de uma rede de aplicações *Ocean Optics*, em um *continuum* da ciência institucional à ciência cidadã.

- **Rede de Infraestruturas de Pesquisa Marinha para a Pesquisa Polar - *Network of Marine Research Infrastructures for Polar Research* (NMRI-PR)** (ALLATLANTICOCEAN, 2022d)

As regiões polares estão passando por grandes mudanças climáticas, que, por sua vez, também podem afetar todo o planeta. Adicionalmente, a pesquisa polar é muito cara e há ainda muito o que ser feito para incrementar a cooperação Norte-Sul (Ártico e Antártico). Dessa forma, a investigação dos oceanos polares é o principal enquadramento da área temática piloto *Network of Marine Research Infrastructures for Polar Research* (NMRI-PR), que tem como objetivo final contribuir para o entendimento comum das interrelações entre as regiões polares atlânticas e as demais regiões do Atlântico Norte e Sul, bem como do sistema de circulação da Antártida ao Ártico. Ao desenvolver laços, intercâmbios mútuos, interligações entre atividades científicas e tecnológicas em curso, além de programas das diferentes comunidades científicas regionais, a NMRI-PR tem potencial para aumentar a sensibilização da comunidade científica na implementação, com urgência, de ações necessárias que favoreçam a otimização das infraestruturas e dos recursos associados. Isto resultará, por sua vez, no aumento da consciência pública sobre a interdependência ambiental e socioeconômica das regiões do oceano Atlântico.

2.3. Estratégias de ação para o Brasil

Cerca de ¼ da população brasileira vive em municípios da zona costeira, o que equivale a mais de 50 milhões de pessoas. Atividades econômicas de alta relevância, como o transporte marítimo, a exploração de recursos minerais, o refino de combustíveis, a pesca e o turismo, são desenvolvidas primariamente na zona costeira e na extensa plataforma continental brasileira. Além disso, o escoamento da maior parte das *commodities* destinadas à exportação (produtos agropecuários e minério de ferro) se dá por via marítima, o que enfatiza a forte conectividade entre o interior e a zona costeira no País. Dada a importância da economia ligada ao mar e a alta escala da ocupação populacional costeira, o Brasil necessita atuar fortemente em Tecnologia Oceânica, como agente provedor e fomentador de ações transversais que busquem soluções para a infraestrutura de monitoramento oceânico e costeiro. Para isso, é necessário fomentar e executar projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) para o progresso nacional em todas as áreas da Economia Azul, buscando parcerias estratégicas internacionais que possibilitem um aumento significativo do alcance dos resultados almejados (POLEJACK; COELHO, 2019). Com esta finalidade, é de grande importância a existência de um agente articulador de políticas nacionais, como a Organização Social de apoio à pesquisa

no Mar, em processo de criação⁴. Tal instituição deve ser focada não somente na redução do atraso tecnológico nacional, mas também no impulso a novas respostas para as demandas da sociedade, almejando sucessos como os alcançados pelas indústrias nacionais de exploração de óleo e gás em águas profundas, assim como aqueles conquistados pela indústria aeroespacial.

A mitigação destas adversidades, associada à importância da expressão de resultados de forma clara e exata, torna primordial a confiança na infraestrutura para os esforços de obtenção, armazenamento e disponibilização de dados. Afinal, os dados terão um significado restrito se houver pouca ou nenhuma rastreabilidade ou padronização da qualidade nos sistemas usados por diferentes parceiros em diferentes locais (BUSHNELL *et al.*, 2019). Somada a isto, há a necessidade do desenvolvimento científico e técnico para inovações que tragam o desenvolvimento econômico, social e ambiental, a melhoria do acesso e da gestão de dados, usando o princípio FAIR (acrônimo das palavras em Inglês: “encontrabilidade”, acessibilidade, interoperabilidade e “reusabilidade”), e a formação de recursos humanos (CLAUDET *et al.*, 2019).

As propostas piloto da Ação Conjunta AA-MARINET foram pensadas de forma a servir de laboratório para cooperações multilaterais e de impulso inicial para colaborações continuadas. A existência de uma visão estruturada e objetiva possibilitará a articulação com Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), órgãos de governos, agências e fundações financiadoras, além da iniciativa privada, para a realização de metas concretas em Tecnologia Oceânica, destacando-se: o apoio ao monitoramento ambiental e à realização, no País, de serviços de manutenção e calibração de equipamentos e sensores, de acordo com critérios de controle de qualidade internacionais; o incentivo à formação de mão de obra especializada; e a realização de PD&I em instrumentação oceanográfica de alta tecnologia e de baixo custo, incluindo sensores biogeoquímicos e da biologia do oceano. É de fundamental importância, ainda, o investimento na gestão eficaz do parque de instrumentos existentes no País, de modo a possibilitar a otimização do uso, com serviços de manutenção e calibração garantidos e em dia.

Outro relevante investimento deve ser voltado à inovação tecnológica, ou seja, envolvendo ações coordenadas em todos os níveis de prontidão tecnológica - TRL (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014), desde a concepção de princípios básicos (TRL1) até o sistema aprovado em missões de campo sucessivas, com a tecnologia já transferida para a cadeia produtiva (TL9) -. Esta capitalização em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) deve abranger o desenvolvimento de sensores, plataformas como *remotely operated vehicles* (ROVs) e *autonomous underwater vehicles* (AUVs), metodologias e procedimentos de coleta de dados, além de metrologia, materiais, modernas

4 Em 2021, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) lançou o Edital de Chamamento Público nº 25, de 6 de agosto de 2021, para a qualificação de Organização Social com a finalidade de implantar o Instituto Nacional do Mar (INMAR).

técnicas de medidas e avaliação de dados envolvendo *Big Data*, Inteligência Artificial (IA) e Realidade Aumentada (RA). Coordenadamente a isto, ações para a formação de recursos humanos e de fomento industrial serão de grande importância.

A Tabela 1 apresenta uma síntese da participação brasileira nas diferentes tarefas da Ação Conjunta AA-MARINET, destacando a potencialidade do envolvimento de diferentes instituições brasileiras.

Tabela 1. Participação brasileira nas diferentes tarefas da Ação Conjunta AA-MARINET (prevista e potencial)

Tarefa	Participação do Brasil – Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável
1. Governança: Grupo Desenvolvimento & Gestão (GDG)/Grupo Comunidade (GC)	- Contribuição no planejamento e na gestão das atividades previstas, com foco no Atlântico tropical e Sul (Todos os envolvidos, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras).
2. Construção do Portal Web (estrutura e implantação)	- Participação na construção do Portal Web (UFRJ, em andamento, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras).
3. Compartilhamento de tempo de navio e de oportunidades de cooperação	- Cruzeiros oceanográficos conjuntos: N-Amazon, AmazomiX, Tara-Microbioma Amazonas, MEPHYSTO-2, PIRATA-BR 22 Multiciência (UFPE, em andamento, com possibilidade de expansão para outros cruzeiros envolvendo as demais instituições brasileiras).
4. Avaliação do Portal Web	- Avaliação de impactos no Atlântico tropical e Sul (Todos os envolvidos, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras).
5. Elaboração de diretrizes para compartilhamento de infraestruturas de pesquisa	- Contribuição no estabelecimento de diretrizes de compartilhamento, com foco no Atlântico tropical e Sul (Todos os envolvidos, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras).
6.1. Área temática piloto I/ITAPINA	
6.1.1. Construção do estatuto da I/ITAPINA (objetivos, condições de adesão, código de conduta)	- Contribuição no processo, com foco no Atlântico tropical e Sul (IOUSP, com expansão para as demais instituições brasileiras).
6.1.2. Elaboração de roteiro (divulgação de ferramentas, fornecimento de acesso transnacional a <i>hardware</i> e compartilhamento de dados)	- Contribuição no processo, com foco em áreas tropicais e subtropicais do Atlântico Sul (IOUSP, em andamento, com expansão para as demais instituições brasileiras a partir do workshop I/ITAPINA, realizado após o ASLO 2021 <i>Aquatic Sciences meeting</i>). Possível criação de uma rede brasileira de imageamento pelágico, com a participação de pesquisadores de todas as regiões costeiras do Brasil.
6.2. Área temática piloto AA-COASTNET	
6.2.1. Realização de Workshop AA-COASTNET	- Participação no Workshop (Todos os sistemas de observação costeira envolvidos, com possibilidade de expansão para novos sistemas envolvendo as demais instituições brasileiras).
6.2.2. Realização de treinamentos/capacitação	- Participação nos treinamentos/capacitação (FURG e todos os sistemas de observação costeira envolvidos, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras).

6.3. Área temática piloto NMRI-PR	
6.3.1 Estabelecimento do grupo polar, com representantes de programas polares e gestores atuando no Ártico e na Antártica	- Participação de atores envolvidos na pesquisa Antártica - Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), Marinha do Brasil (MB), com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras envolvidas em projetos na Antártica -.
6.3.2. Realização de Workshop NMRI-PR. Estabelecimento de roteiro para capacitação de pesquisadores/técnicos; e acesso mútuo às estações polares e infraestruturas de pesquisa.	- Participação de atores envolvidos na pesquisa Antártica - PROANTAR, MB, com possibilidade de expansão para as demais instituições brasileiras envolvidas em projetos na Antártica -.

Fonte: *Elaborada pelos autores.*

3. Considerações finais

A criação de uma rede eficiente e colaborativa de infraestruturas de pesquisa marinha em torno do Atlântico é um dos grandes desafios a serem suplantados ao longo da Década da Ciência Oceânica.

Os investimentos na gestão de meios navais e na infraestrutura de suporte ao monitoramento, como, por exemplo, em uma cadeia forte de suprimentos e serviços de manutenção, em centros de calibração com rastreabilidade internacional, na padronização e aplicação de Melhores Práticas, são esforços primordiais para haver confiança nos dados e produtos dos diversos colaboradores locais e internacionais.

A existência de um instituto executor de políticas de Estado, que seja articulador e fomentador de pesquisa e desenvolvimento em ciência, tecnologia e inovação industrial, será fundamental para o aumento do conhecimento e o uso sustentável do Oceano.

Agradecimentos

A toda equipe da Ação Conjunta AA-MARINET, em particular aos/às colegas Laura Beranzoli, Paulo Coelho, Florence Coroner, Laurent Delauney, Carlos Garcia, Rainer Kiko, Pascal Morin, Margaux Noyon, Gerardo Perillo, Tobias Ramalho, Vitor Ramos, Osvaldina Silva, Pérciles Silva, Zacharie Sohou, Filomena Velho, Nuno Vieira e João Vitorino.

Referências

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE - ALLATLANTICOCEAN. **All-Atlantic coastal observing and technology – AA-COASTNET**. 2022b. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/jointaction/all-atlantic-marine-research-infrastructure-network->

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE - ALLATLANTICOCEAN. **All-Atlantic plankton imaging (I/ITAPINA)**. 2022c. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/jointaction/all-atlantic-marine-research-infrastructure-network->

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE - ALLATLANTICOCEAN. **All-Atlantic Polar research (NMRI-PR)**. 2022d. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/jointaction/all-atlantic-marine-research-infrastructure-network->

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE - ALLATLANTICOCEAN. **All-Atlantic marine research infrastructure network – AA-MARINET**. 2020. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/jointaction/all-atlantic-marine-research-infrastructure-network->

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE – ALLATLANTICOCEAN. **Site institucional**. 2022a. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/>

ALL-ATLANTIC COOPERATION FOR OCEAN RESEARCH AND INNOVATION - AANCHOR. **Site institucional**. 2022. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/main> <https://cordis.europa.eu/project/id/818395>

ATLANTIC INTERNATIONAL RESEARCH CENTRE - AIR CENTRE. **Site institucional**. 2022. Disponível em: <https://www.aircentre.org/>

BUSHNELL, Mark; WALDMANN, Christoph; SEITZ, Steffen; BUCKLEY, Earle; TAMBURRI, Mario; HERMES, Juliet; HENSLOP, Emma; LOPEZ, Ana Lara. Quality assurance of oceanographic observations: standards and guidance adopted by an international partnership. **Front. Mar. Sci.**, 2019. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00706>.

CLAUDET, Joachim; BOPP, Laurent; CHEUNG, William W.L.; DEVILLERS, Rodolphe; ESCOBAR-BRIONES, Elva; HAUGAN, Peter; HEYMANS, Johanna J.; MASSON-DELMOTTE, Valérie; MATZ-LÜCK, Nele; MILOSLAVICH, Patricia; MULLINEAUX, Lauren; VISBECK, Martin; WATSON, Robert; ZIVIAN, Anna

Milena ; ANSORGE, Isabelle; ARAUJO, Moacyr; ARICÒ, Salvatore; BAILLY, Denis; BARBIÈRE, Julian; BARNERIAS, Cyrille; BOWLER, Chris; BRUN, Victor; CAZENAVE, Anny; DIVER, Cameron; EUZEN, Agathe; GAYE, Amadou Thierno; HILMI, Nathalie; MÉNARD, Frédéric; MOULIN, Cyril; MUÑOZ, Norma Patricia; PARMENTIER, Rémi; PEBAYLE, Antoine; PÖRTNER, Hans-Otto; OSVALDINA, Silva; RICARD, Patricia; SANTOS, Ricardo Serrão ; SICRE, Marie-Alexandrine; THIÉBAULT, Stéphanie; THIELE, Torsten; TROUBLÉ, Romain; TURRA, Alexander; UKU, Jacqueline; GAILL, Françoise. A Roadmap for using the UN decade of ocean science for sustainable development in support of science, policy, and action. **One Earth**, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.012>.

DEYOUNG, Brad; VISBECK, Martin; ARAUJO, Moacyr; BARINGER, Molly; BLACK, Carolanne; BUCH, Erik; CANONICO, Gabrielle; COELHO, Paulo; DUHA, Janice; EDWARDS, Martin; FISCHER, Albert; FRITZ, Jan-Stefan; KETELHAKE, Sandra; MUELBERT, Jose; MONTEIRO, Pedro; NOLAN, Glenn; O'ROURKE, Eleanor; OTT, Michael; LE TRAON, Pierre; POULIQUEN, Sylvie; SOUSA-PINTO, Isabel; TANHUA, Toste; VELHO, Filomena; WILLIS, Zdenka. An Integrated All-Atlantic Ocean Observing System in 2030. **Front. Mar. Sci.**, v.6, n. 428. 2019. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00428>.

EUROFLEETS+ An alliance of European marine research infrastructures to meet the evolving requirements of the research and industrial communities. **Site institucional**. 2022. Disponível em: <https://www.eurofleets.eu/>

EUROPEAN UNION - EU; Republic of South Africa Government; Federative Republic of Brazil. **Belém Statment on Atlantic Research and Innovation Cooperation**. 2017. Disponível em: https://allatlanticocean.org/uploads/ficheiro_Belem_Statement_Atlantic_Research_Innovation_Cooperation_2017.pdf

GIL, Luís, ANDRADE, Maria Hermínia; COSTA, Maria do Céu. Os TRL (Technology Readiness Levels) como ferramenta na avaliação tecnológica. **Revista Ingenium**, 2014, Nº 139. <https://repositorio.Ineg.pt/handle/10400.9/2771>.

OCEAN FACILITIES EXCHANGE GROUP – OFEG. **Site institucional**. 2022. Disponível em: <https://www.ofeg.org/np4/home.html>

POLEJACK, Andrei. The Importance of ocean science diplomacy for ocean affairs, global sustainability, and the un decade of ocean science. **Front. Mar. Sci.**, 19 mar, 2021. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664066>.

POLEJACK, Andrei; COELHO, Luciana. Ocean science diplomacy can be a game changer to promote the access to marine technology in Latin America and the Caribbean. **Front. Mar. Sci.**, 2019. doi: <https://doi.org/10.3389/frma.2021.637127>.