

## CAPÍTULO XV

### CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO<sup>1</sup>

#### Sinopse

Este capítulo aborda os conceitos de Ciência, Tecnologia e Inovação aplicados ao mar e os fundamentos históricos das disciplinas oceânicas, com ênfase na participação brasileira em sua evolução, citando instituições, programas, planos e projetos que foram surgindo no País em apoio ao desenvolvimento do setor, em especial a criação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). O texto faz uma reflexão sobre a conjuntura nacional diante de uma nova consciência do papel dos oceanos, com destaque para os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (C&T) e a perspectiva do Instituto Nacional do Mar. Além disso, tece considerações sobre a influência do mar nas mudanças climáticas e avalia a questão dos meios flutuantes para pesquisa e suporte acadêmico. Na conjuntura internacional, analisa o envolvimento brasileiro em projetos regionais e a participação do País na Antártica com o Programa Antártico Brasileiro (Proantar), mencionando a questão dos navios dedicados ao programa. O capítulo também trata de alguns desafios prospectivos, particularmente a questão da Área, resultante da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), e lembra, ainda, o problema da poluição por óleo na costa brasileira em 2019, que induziu respostas do MCTI e da Marinha do Brasil em apoio aos esforços de C&T. Ao final, discute os óbices e as novas perspectivas de apoio científico às políticas públicas para o oceano, e, após uma análise conclusiva, apresenta sugestões ligadas ao tema. A poluição por óleo na costa brasileira em 2019 induziu respostas do MCTI e da Marinha do Brasil em apoio aos esforços de C&T. Recentemente, a seleção por edital do MCTI de entidade privada sem fins lucrativos para a qualificação de Organização Social para o Mar, abre novas perspectivas de aporte científico, em apoio às políticas públicas, a serem implementadas no país para o oceano.

#### *Abstract*

*This chapter addresses the concepts of Science, Technology and Innovation applied to the sea and the historical foundations of the oceanic disciplines, emphasizing the Brazilian participation in their evolution. It also mentions institutions, programs, plans and projects created in Brazil to support the development of the sector, with special attention to the Interministerial Commission for Marine Resources (Cirm) and the Ministry of Science, Technology and Innovations (MCTI). The text considers the national conjuncture in light of a new awareness of the role of the oceans, pointing out the importance of the national institutes of Science and Technology and the perspective of the*

---

<sup>1</sup> A presente atualização contou com a colaboração do Prof. Dr. Segen Farid Estefen, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e, do Cembra, com a colaboração do especialista Vice-Almirante (Ref.) Lucio Franco de Sá Fernandes e a do Capitão de Mar e Guerra (RM1 Frederico Antonio Saraiva Nogueira, secretário (e vice-presidente da Comissão Oceanográfica Intergovernamental – COD);

*National Institute for the Ocean. Moreover, it takes into consideration the ocean's influence on climate change and evaluates the matter of ship time availability for research and academic support. In the international context, the article discusses the Brazilian involvement in regional projects and the country's participation in Antarctica with the Brazilian National Antarctic Program (Proantar) and the ships dedicated to it. In addition, it approaches some prospective challenges, particularly the issue of the Area, which results from the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), and recalls the oil pollution that affected the Brazilian coast in 2019, which triggered responses from both MCTI and Brazilian Navy to support S&T efforts. Lastly, it discusses the obstacles and the new perspectives of scientific support to public policies for the ocean. After a conclusive analysis, it offers some suggestions regarding the topic. -The oil pollution that affected the Brazilian coast in 2019 induced responses from both MCTI and Brazilian Navy in support to the S&T efforts. Recently, the selection by public notice of the MCTI of a private non-profit entity for the qualification of Social Organization for the Sea opens new perspectives of scientific contribution, in support of public policies, to be implemented in the country for the ocean.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Os oceanos – integrantes da hidrosfera, associada à litosfera e à atmosfera – formam um sistema complexo interligado que é responsável pela sustentação da vida na Terra. A Oceanografia é uma ciência que estuda, de forma integrada, a estrutura e o funcionamento dos oceanos, englobando seus componentes físicos, químicos, geológicos e biológicos, além da interação oceano-atmosfera. É dividida em quatro subáreas, de acordo com a natureza específica de cada uma: Oceanografia Física, Oceanografia Química, Oceanografia Geológica e Oceanografia Biológica. As Ciências do Mar englobam oceanos, mares e ecossistemas costeiros. Considerando-se que os oceanos ocupam mais de 70% da superfície terrestre, pode-se avaliar a magnitude da tarefa dos cientistas, que exige elevados níveis de cooperação em nível nacional e internacional.

A ciência e a tecnologia marinhas, em um enfoque multidisciplinar, são essenciais ao entendimento da estrutura e do funcionamento dos oceanos e de como eles variam espacial e temporalmente; ajudam, portanto, a melhorar as previsões climáticas e meteorológicas, gerenciar de forma sustentável os recursos marinhos e encontrar novas aplicações e utilizações para esses recursos. Em linhas gerais, a Ciência Marinha enfoca a pesquisa básica e aplicada, que objetiva avançar no conhecimento dos processos físicos, químicos, geológicos e biológicos dos oceanos e das regiões costeiras, incluindo suas interações com os sistemas terrestre, hidrológico e atmosférico.

A Inovação Marinha foi associada à Ciência e à Tecnologia (C&T), que mais recentemente passou a ser referida como C,T&I. Muitas inovações tecnológicas envolvendo computação, robótica, biótica, exploração espacial, além das pesquisas geológica, química, bioquímica e biomolecular, são utilizadas em proveito das Ciências do Mar. Por outro enfoque, em termos organizacionais, a inovação se constitui no maior diferencial que caracteriza os organismos de vanguarda (redes e centros de excelência), incluídos, naturalmente, aqueles dedicados ao estudo do mar<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Exemplo recente e bem-sucedido é o próprio Centro de Excelência para o Mar Brasileiro (Cembra), responsável pela produção desta obra.

Os oceanos contêm 97% da água existente no planeta e desempenham um papel fundamental na regulação da vida. A participação da economia oceânica nos índices da economia global foi avaliada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que desenvolveu metodologia já aplicada em vários países e extrapolada para os demais (OECD, 2016). A contribuição da economia oceânica em 2010 foi estimada, de forma muito conservadora, em US\$ 1,5 trilhão, ou aproximadamente 2,5% da mundial. A previsão é que essa economia cresça 3,4% ao ano no período 2010-2030 mantendo, aproximadamente, a participação atual. Outras avaliações do “PIB do mar” ainda incluem a economia costeira, que aumenta consideravelmente a participação atribuída à economia marítima na economia de cada país e na global.

Recursos pesqueiros e provenientes de organismos marinhos, em geral, além de recursos minerais, ecossistemas costeiros, mudanças climáticas e fenômenos decorrentes (como elevação do nível do mar e poluição marinha) são assuntos da maior importância devido a suas repercussões econômicas, políticas e sociais. Contudo, apesar de o conhecimento científico e tecnológico permear esses temas, eles não serão abordados neste capítulo, uma vez que já são objeto de tratamento específico em outros.

O conhecimento científico não leva, por si só, à solução dos problemas relacionados aos oceanos e a seus usos se não houver transferência desse conhecimento à sociedade, permitindo que aqueles que mantêm o poder político – os tomadores de decisão – tenham ferramentas corretas e adequadas para medidas de gerenciamento do ambiente e dos recursos marinhos. Os tomadores de decisão, por sua vez, devem saber que não é possível queimar etapas na pesquisa científica, sendo necessário um tempo de estudos coerente com a periodicidade dos eventos ambientais. Em síntese: os resultados não são obtidos de uma hora para outra.

Além disso, é preciso manter um monitoramento contínuo para que as previsões possam ser elaboradas. É necessário, também, o envolvimento da população, corresponsável pela manutenção da integridade dos ambientes marinhos. Para congrega a comunidade científica, existe um sistema político composto por diversos ministérios e organismos cuja função é assessorar o Estado em questões pertinentes à ciência e à tecnologia no mar, com destaque para a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm). No entanto, o Brasil ainda não possui uma Política de C,T&I para o mar que, entre outras diretrizes, possibilite centralizar os investimentos e garantir a periodicidade na manutenção das atividades de pesquisa. O crescente aporte de recursos em C,T&I do mar ocorre de maneira dispersa, o que o torna difícil de ser medido. Nos editais universais do MCTI, que aprovam projetos de diversas ciências, os relacionados ao setor podem ser encontrados em quinze áreas distintas de conhecimento.

## **2. HISTÓRICO**

Somente depois da viagem do navio de pesquisa britânico Challenger (1872-1875) começou-se a ter uma ideia mais precisa, embora geral e preliminar, do meio marinho e do relevo submarino. O resultado das pesquisas, publicado em 32 volumes, contribuiu para o início da ciência oceanográfica. Etapas do processo de consolidação dessa ciência estão assinaladas pelas investigações do navio oceanográfico alemão Meteor no Atlântico Sul (1925-1927), pelas tarefas

realizadas no Ano Geofísico Internacional (1957-1958) e pela criação, em 1961, da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI).

No Brasil, a Oceanografia Biológica surgiu como Biologia Marinha; a Oceanografia Física, como Levantamentos Hidrológicos; a Oceanografia Geológica, como Sedimentologia Marinha; e a Oceanografia Química, como Química da Água do Mar, tendo mais um caráter de apoio às demais atividades. Essa tendência, até certo ponto, era determinada pela estrutura das universidades e institutos de pesquisa, que não contavam com infraestrutura adequada à realização de pesquisas multi e interdisciplinares, e pela insuficiência de recursos humanos devidamente qualificados para integrar equipes aptas à condução de pesquisas de cunho realmente oceanográfico.

Historicamente, o primeiro documento conhecido relativo às Ciências do Mar no País foi escrito em 1560 por José de Anchieta, patrono dos naturalistas nacionais. No documento, em latim, Anchieta aborda, entre outros aspectos, deslocamentos de peixes costeiros, a morfologia do peixe-boi e sua distribuição ao longo da costa e dados morfológicos sobre diversos crustáceos. Há que se mencionar, ainda, a memorável expedição norte-americana realizada no Brasil em 1865, chefiada por Jean Louis R. Agassiz (Harvard) e constituída, entre outros pesquisadores, pelo geólogo Charles F. Hart, que deixou um legado de importantes contribuições à Geologia Marinha do litoral brasileiro (PAIVA, 1996).

As primeiras informações oceanográficas da costa brasileira de maior vulto foram obtidas durante a expedição do Meteor entre 1925 e 1927. Em 1946, foi criada a primeira instituição nacional voltada aos estudos de natureza oceanográfica: o Instituto Paulista de Oceanografia, subordinado à Divisão de Proteção e Produção de Peixes e Animais Silvestres do Departamento de Produção Animal da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, que, em 1951, foi incorporado à USP com o nome de Instituto Oceanográfico.

Ao longo dos anos, várias iniciativas impulsionaram a pesquisa oceanográfica no País. Entre elas, não se pode deixar de citar a participação brasileira no Ano Geofísico Internacional (1957/1958), que resultou na transformação, pela Marinha do Brasil (MB), do antigo Navio-Escola Almirante Saldanha em navio oceanográfico. Tal fato propiciou a execução de inúmeras campanhas oceanográficas ao longo da costa brasileira, envolvendo os diversos grupos de pesquisa nacionais, com a participação institucional da MB, especialmente do então capitão de fragata Paulo de Castro Moreira da Silva, primeiro comandante daquele navio, durante e depois da transformação. Posteriormente, como almirante, Moreira foi diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha e criador do Projeto Cabo Frio em Arraial do Cabo<sup>3</sup>.

Deve-se destacar que a década de 1950 foi enriquecedora para todo o sistema de pesquisa científica no Brasil. Em 1951, o governo federal estabeleceu o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq, atualmente denominado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) com o propósito básico de financiar a pesquisa científica e tecnológica. Também em 1951 foi criada a Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, atual Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), órgão do Ministério da Educação que tem o objetivo principal de expandir e consolidar a pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação.

---

<sup>3</sup> Atual Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira.

Em 1960, foi realizada a Conferência Intergovernamental de Pesquisa Oceanográfica em Copenhague, que contou com a participação de uma delegação brasileira; um ano mais tarde, aconteceu a Primeira Assembleia da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Unesco (Unesco/COI).

Os Encontros de Diretores de Instituições de Pesquisas do Mar, promovidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e pelo CNPq em 1968, 1971 e 1973, produziram a avaliação do estado da arte e recomendações para a implementação de medidas que efetivassem o impulso pretendido. Em 1970, foi criada a Comissão Interministerial de Estudos de Assuntos Relacionados com a Política Brasileira para os Recursos do Mar, extinta no final de 1971 após a elaboração dos Subsídios para as Diretrizes da Política Brasileira para os Recursos do Mar.

Em 1971, foi criada a atual Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), que passou a gerenciar o Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), estabelecido no ano anterior. Também em 1971, foi criado o primeiro curso de graduação em Oceanografia ou Oceanologia, na Universidade Federal do Rio Grande (Furg).

Vale destacar a realização, de 1972 a 1978, do Programa de Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (Remac), um dos maiores programas de pesquisa geológica da costa brasileira, que mapeou a margem continental e a topografia submarina e localizou áreas de riquezas minerais, inclusive petróleo.

Em 1973, iniciou-se a Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (*United Nations Conference on the Law of the Sea – Unclos III*), que resultou, em 1982, na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), a qual entrou em vigor em 1994.

Desde 1974, o Brasil é membro do Comitê Científico para Pesquisas Oceanográficas (*Scientific Committee on Oceanic Research – SCOR*), organização não governamental que promove a cooperação internacional no planejamento e na condução de pesquisas oceanográficas.

Em 1975 e nos anos seguintes, foram realizados os Programas de Oceanografia I, II e III, coordenados e financiados pela Finep, visando estimular a interdisciplinaridade das subáreas e melhorar as condições de laboratório e infraestrutura existentes nas principais instituições do País. Esses programas resultaram em apreciável desenvolvimento da Oceanografia brasileira.

Um passo decisivo na evolução da Oceanografia no Brasil foi a criação da Comissão Interministerial para os Recursos do mar (Cirm) em 1974, com a finalidade de coordenar os assuntos relativos à consecução da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM). Decisiva em todos os aspectos de interesse nacional relativos aos oceanos, a atuação da Cirm teve resultados particularmente notáveis no que diz respeito ao avanço da Oceanografia, principalmente da segunda metade da década de 1980 em diante, tendo como motivação dotar o País de condições objetivas para obter a plenitude dos benefícios que se delineavam com o advento da CNUDM, essencialmente associados aos conhecimentos científicos e ao domínio de tecnologias. A Cirm logrou mobilizar e liderar a comunidade científica nacional em um esforço amplo e participativo, por meio do qual autoridades e pesquisadores, trabalhando ombro a ombro, analisaram e buscaram conjuntamente soluções para os imensos desafios que se apresentavam.

A ação da Cirm levou à aprovação, em maio de 1980, do decreto que fixava como finalidades da PNRM:

- a promoção da integração do mar territorial e da plataforma continental ao espaço brasileiro; e
- a exploração racional dos oceanos, aí compreendidos os recursos vivos, minerais e energéticos da coluna de água, solo e subsolo, que apresentem interesse para o desenvolvimento econômico e social do País e para a Segurança Nacional.

Como resultado, implantaram-se projetos integrados, viabilizando a formação de equipes multidisciplinares e significativa melhoria na infraestrutura laboratorial e nas embarcações disponíveis para os trabalhos de pesquisa. A elaboração do II Plano Setorial para os Recursos do Mar (II PSRM) é emblemática em termos do que foi a ação da Cirm naquele período. Envolveu a comunidade oceanográfica, fixou políticas, definiu objetivos, estabeleceu mecanismos para um melhor aproveitamento da capacitação técnico-científica e dos recursos humanos então existentes, mobilizou as instituições, estimulou o desenvolvimento de projetos integrados e promoveu ampla e produtiva cooperação interinstitucional, nacional e internacional.

O III PSRM deu continuidade às diretrizes e prioridades do II PSRM e, com a ratificação da CNUDM pelo Brasil, tratou de aprofundar as pesquisas sobre os recursos da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Levantamentos sobre recursos vivos ganharam maior dimensão e foram sistematizados com a denominação de Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva do Brasil – Programa Revizee. Dificuldades financeiras e problemas conjunturais, que já eram sentidos no último ano de vigência do II PSRM, arrefeceram o ritmo dos trabalhos. Apesar disso, o IV PSRM estendeu as atividades do terceiro com as mesmas prioridades e diretrizes, ou seja, o desenvolvimento do Revizee.

Em 1985, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia, atualmente Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), e, de 1990 em diante, foi adotado um novo arranjo institucional. As atribuições de fomento à pesquisa passaram para o CNPq e a implementação do Revizee foi transferida para o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em 1993, o MCTI criou o Comitê para Ciências do Mar (CCM). Em 1994, foi aprovada a Política Marítima Nacional – PMN.

Com a ratificação da CNUDM pelo Brasil, a Cirm tratou de aprofundar as pesquisas sobre os recursos da ZEE, apoiando o desenvolvimento do Revizee. Este, iniciado em 1994, foi um símbolo da integração patrocinada pela Cirm e resultou de um detalhamento da meta principal a ser alcançada dentro dos objetivos definidos pelo IV PSRM. Conforme previsto, as atribuições de fomento à pesquisa e a implementação do Programa eram de responsabilidade, respectivamente, do CNPq e do MMA. O Revizee contou, ainda, com a participação das seguintes instituições: Marinha do Brasil; Ministério das Relações Exteriores; Ministério da Educação; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar; Bahia Pesca S/A; e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

O Revizee repercutiu para além da avaliação de estoques, biomassa e ocorrência de espécies com vistas à determinação do potencial pesqueiro da ZEE brasileira. Também possibilitou o desenvolvimento de importantes projetos científicos, como o levantamento para caracterização do fundo marinho e estudos hidrobiológicos, gerando *expertise* e resultados estruturais de emprego do modelo de gestão, além de patrocinar ações inovadoras.

Em 1992, durante a conferência Rio 92, foi estabelecida a data de 8 de junho como o Dia dos Oceanos. Recentemente, em dezembro de 2008, a Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da Resolução nº 63/111, designou o dia 8 de junho como Dia Mundial dos Oceanos.

Cumprindo assinalar, ainda, a criação, em 1996, do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), órgão de assessoramento superior do Presidente da República para a formulação e a implementação da Política Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. No final da década de 1990, houve avanços na institucionalização das ciências no Brasil com a criação do Programa de Núcleos de Excelência (Pronex) e, logo a seguir, dos Institutos do Milênio.

Em 2006, o MCTI estabeleceu seu primeiro plano estratégico, denominado Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (Pacti).

Refletindo a importância crescente da C,T&I no País, a Marinha reestruturou o setor em 2008 com a criação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM), que passou a ser o órgão executivo central do Sistema e à qual passaram a se subordinar o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e o Centro de Análises de Sistemas Navais (Casnav).

O Decreto nº 7.809, de 20 de setembro de 2012, elevou a organização ao nível de um Órgão de Direção Setorial (ODS), estabelecendo um novo patamar de atuação da Secretaria que, entre outros avanços, ampliou a sua visibilidade e a sua atuação em relação aos demais atores da área de CT&I no Brasil e no Exterior, bem como aprimorou o controle dos seus programas e projetos.

Em 10 de novembro de 2016, foi formalizada a alteração da denominação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha para Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM) e a incorporação das atividades do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (Prosub) e do Programa Nuclear da Marinha (PNM), agregando as estruturas organizacionais de gestão de CT&I da Marinha, do Prosub e do PNM.

Outro marco é a regulamentação da profissão de oceanógrafo no Brasil, fundamentada pela Lei nº 11.760, de 9 de julho de 2008, que é um dos indícios de que o período atual traz grandes avanços para a Oceanografia.

Ao longo das seis primeiras versões do PSRM, o foco esteve centrado na geração de conhecimento sobre o ambiente marinho e no uso sustentável das riquezas ali existentes. O VII PSRM, que vigorou de 2008 a 2011, ressaltou, especificamente, a dimensão socioeconômica e a qualidade do ambiente marinho, o reconhecimento do papel dos oceanos nas mudanças climáticas e a necessidade de articulação entre governo, comunidade científica, iniciativa privada e sociedade para contemplar o aproveitamento sustentável dos recursos do mar.

O VIII PSRM (2012 a 2015) guarda estreita relação com o novo programa temático “Mar, Zona Costeira e Antártida” e outras políticas e planos de governo federal. O Plano introduz um novo modelo de gestão participativa e integrada dos diversos Ministérios, instituições de pesquisa, comunidade científica e iniciativa privada; estimula a integração das ações; destaca a importância da disponibilização de dados para a sociedade; prioriza a conservação e o aproveitamento dos recursos naturais marinhos; enfatiza a qualificação de recursos humanos e a experiência embarcada; incentiva o estabelecimento de cooperação internacional; e tem uma preocupação com os recursos naturais presentes na Zona Costeira. Sua abrangência inclui a Zona Costeira (ZC), o Mar Territorial (MT), a

Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a Plataforma Continental (PC), bem como as áreas marítimas internacionais de interesse. O PSRM também aborda a condução de atividades multidisciplinares e congrega atribuições de diversos órgãos representados na Cirm.

O IX PSRM (2016 a 2019) enfocou os seguintes temas de interesse:

- conservação e monitoramento ambiental;
- importância estratégica das ilhas oceânicas;
- promoção da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico;
- monitoramento dos recursos vivos marinhos e sua conservação, exploração e exploração sustentáveis;
- prospecção da biodiversidade costeira e marinha com vistas à conservação e exploração sustentáveis;
- levantamento dos recursos não vivos e suas potencialidades nas áreas marítimas nacionais, bem como nos espaços marítimos de interesse além dos limites da jurisdição nacional, e sua exploração e exploração sustentáveis;
- pesquisa e monitoramento ambiental em mar profundo;
- monitoramento dos oceanos, da atmosfera adjacente e do clima;
- resgate e fortalecimento da mentalidade marítima na população brasileira;
- formação continuada de recursos humanos em Ciências do Mar; e
- promoção do uso compartilhado do ambiente marinho.

Vários desses marcos históricos propiciaram a formação do arcabouço gerencial, administrativo, científico e tecnológico que possibilitou o crescente interesse do País pelas Ciências do Mar no século XXI. Muitos de seus componentes continuam em plena e importante atividade. Esse assunto voltará ao foco na análise da situação da Ciência e da Tecnologia Marinha no Brasil neste século, com seus óbices e perspectivas.

### **3. CONJUNTURA NACIONAL**

O avanço da ciência, da tecnologia e da inovação em escala planetária está a exigir cada vez mais investimentos e medidas visando à atualização material e humana das Ciências do Mar, que envolvem pesquisas dispendiosas, exigem equipes multidisciplinares e implicam a utilização de plataformas e equipamentos de alto custo.

Atualmente, o Plano Setorial para os Recursos do Mar está em sua décima edição. Com o propósito de sistematizar as atividades de pesquisa para atender à demanda de informações sobre os recursos naturais e energéticos das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), das ilhas oceânicas e das áreas marítimas internacionais de interesse, propiciando condições para a exploração sustentável e o monitoramento efetivo da Amazônia Azul de modo a contribuir para o enfrentamento de situações emergenciais, como alterações climáticas significativas, e para o desenvolvimento e a implementação da Economia Azul, gerando inúmeros benefícios para toda a sociedade brasileira, o X PSRM mantém o modelo de gestão participativa integrada por ministérios, órgãos de fomento, comunidades



acadêmica e científica e iniciativa privada, representados, tanto na sua elaboração quanto na execução de ações conjuntas, de acordo com as respectivas competências, em consonância com as diretrizes estabelecidas na PNRM e com as demais políticas e planos afins.

O X PSRM assume, também, um compromisso explícito de apoio ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação nesse campo do conhecimento, com o monitoramento ambiental, sedimentológico, meteoceanográfico, pesqueiro e da biodiversidade associada, disponibilizando dados e informações para a sociedade, além de conferir um olhar mais apurado para os recursos presentes nas áreas marinhas de interesse nacional. Traz, ainda, o firme compromisso de fomentar a capacitação e os meios para que os profissionais da educação do ensino fundamental e médio, líderes comunitários e outros formadores de opinião desenvolvam programas de educação sobre o papel dos oceanos para a economia, a qualidade de vida e a saúde de todos, de forma a aprimorar a mentalidade marítima das futuras gerações e ampliar sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento da Economia Azul.

A análise da questão de C, T&I à luz dos interesses nacionais passa, necessariamente, pelo conhecimento das carências brasileiras em relação ao mar, pela compreensão do novo cenário criado pela CNUDM e pelo (re)conhecimento das responsabilidades assumidas pelo País nesse contexto. Fatos como as queimadas em Roraima, as secas no Nordeste, as enchentes e as tempestades no Sul são atribuídos à integração de fenômenos oceânicos e atmosféricos sem que isto cause surpresas. Já existe a percepção, difundida em largas camadas da população, de que o mar é um condicionador fundamental dos fatos da natureza, em particular do clima, e, portanto, da vida humana, independentemente de um entendimento mais aprofundado sobre a matéria.

### **3.1 Poluição Marinha**

O derramamento de óleo no litoral brasileiro entre agosto e dezembro de 2019 (NOBRE et al., 2022, *in press*) levantou questionamentos quanto à necessidade de mais investimentos na vigilância da ZEE brasileira visando inibir descargas clandestinas de óleo no mar e detectar acidentes para que as ações de mitigação possam ser prontamente realizadas.

Observa-se, também, a introdução de novas substâncias no oceano, os chamados “poluentes emergentes”, cujo destino e efeitos para a vida marinha ainda estão em fase de estudo. A pressão e os impactos desses contaminantes deverão ser potencializados pelo aquecimento global, particularmente pelo aumento da mobilidade e da reatividade dessas substâncias em um oceano mais ácido, com menos oxigênio e mais aquecido (HATJE et al., 2021). A descarga de esgotos e fertilizantes ainda representa grande ameaça à vida marinha, não somente pelos processos de eutrofização<sup>4</sup>, mas também pela contaminação e pela crescente desoxigenação do oceano (SCIENCE COUNCIL OF JAPAN, 2019). O plástico representa a maior parte do lixo marinho; os macro e microplásticos estão presentes em todos os compartimentos tróficos, do fitoplâncton ao ser humano.

---

<sup>4</sup> Eutrofização é o processo de poluição de corpos d’água, como rios e lagos, que acabam adquirindo uma coloração turva e ficando com níveis baixíssimos de oxigênio dissolvido na água. Isso provoca a morte de diversas espécies animais e vegetais e causa um altíssimo impacto nos ecossistemas aquáticos. Disponível em: <[http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des\\_eutro.htm](http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_eutro.htm)>. Acesso em: 3 mar. 2022. (Nota do Revisor).

Além dos danos causados à biodiversidade, a poluição marinha por plásticos tem consequências negativas para a economia do turismo, bem como para a segurança da navegação (TURRA, 2021).

Esse massivo incidente de derrame de óleo que atingiu o litoral do Brasil entre agosto e dezembro de 2019 (NOBRE et al., *in press*) representou um alarme notável da necessidade de o País contar com um sistema no estado da arte para a detecção de manchas de óleo no mar a partir de tecnologias de observação por satélites e previsão do estado do mar e de técnicas de Inteligência Artificial. O MCTI, com recursos do FNDCT, está apoiando a criação do Sistema Multiusuário de Detecção, Previsão e Monitoramento de Derrame de Óleo no Mar (SisMOM), sob a égide do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e com a participação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), da Marinha do Brasil e de universidades.

A Marinha do Brasil, por meio da DGDNTM, estabeleceu a Comissão Técnico-Científica para o Assessoramento e Apoio das Atividades de Monitoramento e Neutralização dos Impactos Decorrentes da Poluição Marinha por Óleo e Outros Poluentes na Amazônia Azul (ComTecPolÓleo), de forma a consolidar os esforços de ciência e tecnologia para o enfrentamento da poluição no mar. Essa iniciativa tem contado com a relevante cooperação da comunidade científica, que tem representação na Comissão.

Essa nova consciência do papel dos oceanos e o desejo de melhorar as previsões sobre os aspectos que atingem as pessoas mais direta e duramente vem se refletindo no entendimento de que deve ser cobrado dos cientistas maior esforço no estudo e na compreensão dos assuntos marinhos. E, obviamente, das autoridades, no mínimo, a percepção da importância da matéria, o domínio e a utilização dos conhecimentos já disponíveis e o engajamento político capaz de superar as lacunas e alargar as fronteiras técnico-científicas. A tradução prática desse engajamento consiste na identificação de objetivos claros e na mobilização de esforços e recursos para atingi-los.

Mesmo com recursos limitados, tanto materiais como humanos, mas com entusiasmo, dedicação e competência, o Brasil tem estado presente e seus pesquisadores têm contribuído substancialmente para o êxito dos grandes programas internacionais de Oceanografia, Interação Oceano-Atmosfera e Mudanças Climáticas.

### **3.2 Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia**

Em 2009, foi criado, no MCTI, o Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), que tem metas ambiciosas e abrangentes em termos nacionais: mobilizar e agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do País; impulsionar a pesquisa científica básica para que se torne competitiva internacionalmente; e estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações para promover a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec).

A criação dos institutos conta com parceria da Capes/MEC e das Fundações de Amparo à Pesquisa do Amazonas (Fapeam), do Pará (Fapespa), de São Paulo (Fapesp), de Minas Gerais (Fapemig), do Rio de Janeiro (Faperj) e de Santa Catarina (Fapesc), além do Ministério da Saúde e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Com relação ao mar e à Antártica, foram criados três INCTs: dois deles se referem a atividades antárticas e serão abordados mais adiante, no subitem 3.8. O terceiro está relacionado à transferência de materiais continente-oceano. O INCT correspondente, com sede no Instituto de Ciências do Mar (Labomar)/Universidade Federal do Ceará, tem como missão quantificar o transporte, as transformações e o destino de sedimentos, nutrientes, matéria orgânica e metais-traço, do continente para o mar na costa leste-nordeste brasileira, e sua interação com as cadeias produtivas locais e os processos naturais. Objetiva subsidiar a construção de cenários para o desenvolvimento sustentado da região costeira em face das mudanças regionais e globais, além de contribuir para a diminuição das desigualdades regionais no que tange à formação de recursos humanos e ao desenvolvimento científico avançado.

Levando-se em consideração a importância dos oceanos para o Estado brasileiro, bem como os avanços conquistados na última década na área de Ciências do Mar, foi considerada estratégica a ativação de um Instituto Nacional de C&T do Mar (INCT/Mar). Para isso, o MCTI, por intermédio do CNPq, formalizou o passo inicial ao lançar edital em fins de 2010 visando promover a formação ou a consolidação, inicialmente de dois desses institutos, com foco na plataforma continental brasileira.

Os INCTs/Mar buscarão atingir, inicialmente, o objetivo “grandes empreendimentos e infraestrutura”, que inclui desenvolvimento e construção de equipamentos, planejamento e organização de grandes campanhas, banco de dados e navios oceanográficos (e embarcações costeiras). A busca pelos objetivos específicos, contudo, permanece: valorização de recursos vivos, conhecimento dos fundos marinhos, papel dos oceanos em mudanças climáticas, formação de pessoal e transferência de conhecimento para a sociedade.

Considerando o número de instituições e pesquisadores hoje dedicados às Ciências do Mar e a diversidade de ambientes ao longo da costa brasileira, optou-se por aprovar quatro INCTs-Mar, a saber:

- *Instituto Nacional de Recursos Naturais e Ciências do Mar (Renmar)* – com sede na Universidade Federal da Bahia (UFBA), reúne cerca de 200 cientistas, distribuídos em mais de 20 instituições de ensino e pesquisa do País. Seu objetivo é avaliar de que forma a diversidade dos ambientes marinhos tropicais poderá determinar suas respostas às mudanças climáticas. Além disso, o Instituto pretende gerar uma sólida base conceitual sobre os processos, a dinâmica e o funcionamento da zona costeira, da plataforma e do oceano tropical do País. A Bahia reúne vantagens estratégicas para a criação do Renmar, como a mais estreita plataforma continental da costa brasileira, que facilita o acesso e a investigação de águas profundas. Além disso, Salvador encontra-se em um local privilegiado, às margens da segunda maior baía da costa – a Baía de Todos os Santos –, o que oferece a oportunidade de um enorme laboratório natural anexo ao Instituto, bem como uma riqueza de ecossistemas naturais bem preservados;

- *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciências do Mar – Centro de Oceanografia Integrada (INCT-Mar COI)*. Coordenado pelo Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (IO- Furg) e pelo Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, desenvolve o projeto “Oceanografia Integrada e Usos Múltiplos da Plataforma Continental e Oceano Adjacente”. O Instituto integra uma parceria com aproximadamente uma centena de pesquisadores

distribuídos por nove estados brasileiros (RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, PE e AL), representando grupos de pesquisas de 15 Instituições de Ensino Superior brasileiras, dois Institutos de Pesquisas e um Instituto Federal de Educação Tecnológica. O INCT-Mar COI conta, ainda, com o apoio de inúmeras instituições internacionais de renome, confirmando a sua abrangência, influência e excelência técnico-científica. Para a formação de recursos humanos, o INCT-Mar COI conta com uma rede de instituições acadêmicas responsáveis por um curso técnico profissionalizante integrado ao Ensino Médio, vários cursos de graduação e programas de pós-graduação<sup>5</sup> (FURG, 2019);

• ~~Instituto Nacional de Recursos Naturais e Ciências do Mar – Caracterização Ambiental e Avaliação dos Recursos Biogênicos Oceânicos da Margem Continental Brasileira e Zona Oceânica Adjacente~~ (INCT-Oceanos/Carbon). Coordenado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), contempla quatro linhas de pesquisas (IOUSP, 2013):

- ~~a pesquisa científica trabalha com assimilação e biomassa autotrófica do carbono; assimilação e biomassa heterotrófica do carbono; fluxo de carbono nas interfaces atmosfera-água e bento pelágial; respiração e regeneração do carbono (sistemas pelágico e bêntico); circulação e transporte de materiais; e modelagem numérica de processos físicos e biogeoquímicos;~~
- ~~a pesquisa tecnológica abrange operações e desenvolvimento de um veículo submarino operado remotamente (ROV – do inglês *Remotely Operated Underwater Vehicle*) nacional para pesquisa oceanográfica; desenvolvimento de sensores nacionais para águas profundas; e transmissão de dados, imagens e vídeos;~~
- ~~a pesquisa ambiental trata dos estoques de carbono biogênico marinho; do impacto da acidificação dos oceanos sobre a biota bêntica calcária e a ictiofauna; e *bloom* de algas nocivas; e~~
- ~~a pesquisa aplicada estuda a bioprospecção marinha, a maricultura *offshore* e a geodiversidade e recursos minerais;~~

• *Instituto Nacional em Ciências do Mar de Estudos dos Processos Oceanográficos Integrados da Plataforma ao Talude* (INCT-Pro-Oceano) – coordenado pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, tem o propósito de contribuir para a compreensão dos processos oceanográficos da plataforma, da margem continental e do talude da costa brasileira de forma integrada e em diferentes escalas espaciais e temporais; a formação de recursos humanos nas áreas das Ciências do Mar, desde o ensino básico até o pós-doutorado; e a transferência do conhecimento científico para empresários e a sociedade visando à formulação de políticas públicas para a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais dessas regiões oceânicas. Seu objetivo é estabelecer modelos conceituais com vistas à compreensão dos processos oceanográficos de interação entre o oceano e a plataforma continental em diferentes escalas espaciais e temporais; identificar e quantificar os fluxos e as trocas de propriedades entre diferentes compartimentos do sistema; abordar seus efeitos sobre a biodiversidade e a influência das mudanças globais induzidas por fatores naturais e antrópicos e seus impactos para a sociedade. Cerca de 30 instituições de pesquisa de nove Estados

<sup>5</sup> Mais informações em: <<https://inct.furg.br/>>. (Nota do Revisor).

e seus respectivos representantes estão associadas ao INCT (CE, PE, AL, SE, ES, SP, PR, SC e RS), além de, praticamente todas as instituições do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ, Uni-Rio, UENF, UERJ, PUC-Rio, UFF, IPqM, LNCC, JBRJ, UFRJ/MN, Fiocruz e UGF <sup>6</sup>

### 3.3 Iniciativas relacionadas às Ciências do Mar

As iniciativas relacionadas ao reconhecimento da importância dos oceanos deram origem a outras ações, como o debate sobre o livro *Mar e Ambientes Costeiros* (CGEE, 2008), realizado durante a 62ª reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que, entre outras recomendações, apontou a necessidade de criação de um instituto nacional de oceanografia, a exemplo dos que existem em outros países, como: *L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer* (Ifremer), da França; *Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology* (Jamstec), do Japão; *National Oceanography Centre* (NOC), do Reino Unido; e *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), dos Estados Unidos.

No dia 24 de maio de 2013, na sede da Academia Brasileira de Ciências, no Rio de Janeiro, foi realizada a Assembleia Geral para fundação e aprovação do Instituto Nacional de Pesquisas Oceânicas e Hidroviárias (INPOH). Era proposta uma Organização Social (OS), pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, com base na Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. O INPOH teria sua sede administrativa em Brasília e mais quatro centros: Centro de Oceanografia do Atlântico Tropical, Centro de Oceanografia do Atlântico Sul, Centro de Portos e Hidrovias e Centro de Pesquisa Marinha em Pesca e Aquicultura, que funcionariam em locais a serem definidos. O campo de atuação do Instituto seria a realização de estudos e pesquisas científicas e tecnológicas oceânicas, portuárias e hidroviárias, além das seguintes atividades : oceanografia física, química, biológica e geológica (coleta de dados de temperatura, onda, ventos, etc.; modelagem matemática; sensoriamento remoto); pesquisa em aquicultura, maricultura e pesca; estudos e projetos de hidráulica fluvial, portuária e lacustre; estudos de engenharia costeiros (assoreamento e erosão); e desenvolvimento de instrumentação submarina (ROVs) e de pesquisa tecnológica. O INPOH acabou não vingando e foi simplificado, tornando-se o Instituto Nacional de Pesquisas Oceânicas (INPO).

Os procedimentos para o estabelecimento de uma Organização Social que agregue as iniciativas científicas e tecnológicas relacionadas ao oceano têm progredido recentemente com a seleção do INPO, por meio de edital do MCTI, para a qualificação como OS. O fomento à ciência, tecnologia e inovação oceânica no País ainda é predominantemente público, embora projetos de pesquisa e desenvolvimento venham sendo executados em parceria com a iniciativa privada ou mesmo por meio de colaborações internacionais (TURRA et al., 2021). Dessa forma, a proposta do edital para o INPO se qualificar como OS do Mar pretende organizar arranjos inovadores de gestão e financiamento de ações que devem ser implementados para subsidiar iniciativas que tenham impactos positivos e sistêmicos no longo prazo. O modelo de OS para contratação entre uma entidade sem fins lucrativos e o Governo tem sido avaliado por gestores públicos como opção eficiente para projetos que dispõem de poucos recursos, mas que precisam ser executados para a melhoria dos serviços do

---

<sup>6</sup> - Apresentado pelo Dr. Ricardo Cotinho (IEAPM) em 21 de novembro de 2011. Disponível em <https://io.furg.br/images/documents/seminario-io-furg/papel-dos-inct-mar-inct-pro-oceano.pdf> Acesso em 20 de agosto de 2022. (Nota do revisor.)

Estado. Busca-se, com isso, combater a volatilidade e a descontinuidade de ações de longa duração, como o monitoramento e a curadoria de dados (oceanografia operacional), entre outras frentes, e a aplicação da pesquisa oceanográfica em temas como previsão de eventos extremos, mudanças climáticas, conservação e uso sustentável do oceano.

Cabe ressaltar, ainda, que o MCTI coordena o Comitê para Ciências do Mar (CCM), já mencionado, que tem por atribuição assessorar o Estado em questões de C,T&I relativas às Ciências do Mar, gerando subsídios para a consolidação de uma Política Nacional de Ciência e Tecnologia para o Mar. O CCM também é responsável pela elaboração e pelo acompanhamento de um Programa para Ciências do Mar, visando garantir a execução dos compromissos nacionais e internacionais firmados pelo Brasil.

Nesse contexto, tendo em vista a crescente importância alcançada pelas Ciências do Mar, o CCM foi revitalizado em 2007 e, desde então, vem se reunindo ordinariamente pelo menos duas vezes ao ano, quando são definidas as linhas mestras de apoio às pesquisas nessa área, os mecanismos de estímulo à formação de recursos humanos e as estratégias de monitoramento atmosférico e climático dos oceanos.

### **3.4 Ciência, Tecnologia e Inovações em Oceanografia**

A mobilização de esforços em prol do desenvolvimento da C,T&I do mar ocorre em duas frentes, distintas sob alguns aspectos, mas de efeitos complementares. Uma delas diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias em todas as áreas de interesse do conhecimento científico. A outra frente opera no sentido de ampliar o leque e a profundidade dos conhecimentos científicos, a quantidade e a qualidade dos detentores desses conhecimentos. Tal mobilização implica, obrigatoriamente:

- incentivar e manter, de forma continuada e responsável, programas de pesquisa sobre os processos básicos e as interações que controlam e determinam a dinâmica e o funcionamento dos ambientes costeiros e oceânicos;
- apoiar o recrutamento, a formação básica e o desenvolvimento individual dos pesquisadores e do pessoal técnico; e
- fortalecer as instituições e as equipes que os abrigam, sempre em quantidade e qualidade compatíveis com a magnitude e a complexidade dos objetivos e problemas nacionais.

Inovações tecnológicas em vários campos de atividade vêm beneficiando as Ciências do Mar em vários aspectos. O Brasil tem acompanhado muitas dessas inovações e vem se tornando modelo de avanço tecnológico, como no caso das plataformas de exploração petrolífera em mar profundo. A propósito, desde 1989, o Laboratório de Tecnologia Submarina da Coppe (UFRJ) vem trabalhando na capacitação tecnológica e de pessoal direcionada à exploração de recursos em grandes profundidades oceânicas. Em alguns casos, há muito que se avançar, como em dessalinização da água do mar, robótica e sistemas submarinos, submersíveis tripulados ou operados à distância.

Hoje, os oceanógrafos coletam grande quantidade de dados de maneira mais aperfeiçoada, mas a análise desses dados exige modelos computacionais e pessoal qualificado. Sistemas de informação eficientes, incluindo armazenamento, manipulação, gestão, intercâmbio e transmissão de dados vêm se constituindo necessidade premente para o avanço da C,T&I do mar no País.

A DHN abriga e opera o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), ligado ao Sistema Mundial de Dados Oceanográficos. Além de outras responsabilidades, o BNDO recebe, arquiva e dissemina os dados obtidos na região oceânica adjacente à costa brasileira e mantém intercâmbio com instituições estrangeiras congêneres no âmbito da COI. Mesmo possuindo dados históricos anteriores, o acervo do BNDO concentra principalmente aqueles coletados desde o Ano Geofísico Internacional (1957/1958) por estações fixas, plataformas e navios nacionais e estrangeiros. Fazem parte desse acervo os dados relativos a propriedades físicas e químicas da água do mar, correntes marinhas, alturas de marés, parâmetros meteorológicos obtidos por estações fixas costeiras e navios, bem como parâmetros geológicos do fundo marinho.

O Brasil tem participado intensamente do Sistema de Observações Biogeográficas dos Oceanos (*Ocean Biogeographic Information System – OBIS*) para o Oceano Atlântico Sul Tropical e Subtropical, operacionalizado em convênio entre a USP e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)/Petrobras. Em janeiro de 2012, esse sistema integrava mais de 1.014 bancos de dados e já somava mais de 32,2 milhões de registros.

O mar configura-se como um reservatório excepcional de produtos naturais bioativos. Estudos comparativos vêm revelando que é muito mais provável encontrar um composto bioativo produzido por um organismo marinho do que por um organismo terrestre, em parte devido ao grande número de espécies encontradas no mar. Em 2009, quase 20.000 diferentes produtos naturais derivados da biodiversidade marinha já haviam sido descritos desde a descoberta de nucleosídeos isolados de esponjas marinhas que deram origem a toda uma geração de agentes antivirais em uso, como o acyclovir e o azidotimidina (AZT).

No Brasil, a Biotecnologia Marinha<sup>7</sup>, que abrange a bioprospecção, está organizada pelo Comitê Executivo para o Programa de Levantamento e Avaliação do Potencial Biotecnológico da Biodiversidade Marinha (Biomar), criado em 2005 e subordinado ao PSRM/Cirm, sob a coordenação do MCTI. As ações do Comitê se norteiam por uma Proposta Nacional de Trabalho (PNT) em Biotecnologia Marinha.

### 3.5 O Oceano e as Mudanças Climáticas

No contexto das mudanças climáticas<sup>8</sup>, o papel dos oceanos é fundamental, como se pode constatar no capítulo referente ao assunto. O Brasil, tendo em vista a sua enorme extensão costeira que margeia o Atlântico e o seu elevado peso no cenário geopolítico entre os países ligados a essa bacia oceânica, deve dar uma contribuição significativa à comunidade internacional no estudo dessa matéria.

---

<sup>7</sup> Este livro contém um capítulo específico sobre Biotecnologia Marinha – o Capítulo XVI.

<sup>8</sup> Ver Capítulo XVII – Mudanças Climáticas.

Nesse sentido, entre os oceanos globais, o Atlântico é especial. É ao longo dessa bacia oceânica que ocorre um dos mais importantes controles da circulação de larga escala em nível global, mas, apesar disso, o papel do Atlântico Sul no sistema climático e, em particular, na dinâmica do CO<sub>2</sub>, permanece desconhecido, sobretudo pela carência de observações e monitoramento apropriado.

Entre os sistemas meteorológicos que causam variabilidade do clima no Brasil, destacam-se as zonas de convergência intertropical (ZCIT) e do Atlântico Sul (ZCAS). Eventos extremos de inundações sobre a Região Sudeste são frequentemente associados às ZCAS, assim como eventos de deslizamento de encostas e enchentes sobre o leste do Nordeste estão comumente associados a distúrbios ondulatórios de leste.

A base de dados meteoceanográficos tem grande importância para as atividades pesqueiras e de exploração de petróleo ao longo da plataforma continental brasileira, bem como para as de cabotagem e segurança no mar. Da mesma forma, os estudos diagnósticos dos ecossistemas marinhos são beneficiados por informações e resultados obtidos da rede observacional e de modelagem.

A chamada pública do MCTI/CNPq denominada “Papel do Oceano Atlântico nas Mudanças Climáticas”, visa implementar, no contexto multidisciplinar, estudos sobre o papel dos oceanos no clima, com ênfase no atual cenário de mudanças ambientais globais, objetivando, em última instância, ampliar a participação do Brasil no cenário científico mundial dentro do tema “Oceanos e Clima”. Essa iniciativa propiciou um avanço nas pesquisas relacionadas às mudanças climáticas.

A partir da rede de boias ancoradas do Projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (Pirata), objetiva-se desenvolver um sistema integrado de pesquisa e monitoramento oceanográfico em apoio ao Programa GOOS/Brasil<sup>9</sup> (vertente brasileira do Sistema Global de Observação dos Oceanos – GOOS, criado pela COI). O Brasil participa desse monitoramento, que opera desde 1997 de modo ininterrupto, fornecendo dados em tempo quase real e séries históricas disponibilizadas gratuitamente via Internet. Esse sistema contempla aplicações operacionais ligadas às previsões de tempo e clima, realizadas por órgãos operacionais e de pesquisa no Brasil e no mundo. Adicionalmente, as séries temporais de dados obtidos são utilizadas para validação e aprimoramento dos modelos oceânicos e atmosféricos em uso, em níveis nacional e mundial, por centros de pesquisa e universidades.

Elencam-se, a seguir, algumas linhas temáticas para alcançar, significativamente, o entendimento do papel do Atlântico Sul na dinâmica do carbono e no cenário de mudanças climáticas globais:

- formar massa crítica e pessoal especializado e instalar a capacidade técnica necessária para estudos e modelagens de grande magnitude no Brasil;
- incluir o papel dos oceanos nas discussões e pesquisas sobre mudanças climáticas globais no âmbito nacional;
- aumentar a capacidade dos modelos de previsão de tempo e clima na América do Sul, metas do Plano de Ação em C,T&I;

---

<sup>9</sup> Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos. (Nota do Revisor).



- ampliar a rede de monitoramento meteoceanográfico com boias fixas e instrumentação adequada em ilhas oceânicas no Atlântico Tropical e Sul;
- melhorar a capacidade observacional dos navios oceanográficos nacionais;
- aumentar a capacidade dos modelos de previsão de tempo e clima nacionais;
- validar produtos meteoceanográficos de sensoriamento remoto; e
- melhorar a previsão de secas e inundações – um dos grandes objetivos desse Programa, que deve alavancar respostas socioeconômicas necessárias ao desenvolvimento do País.

### **3.6 Importância Estratégica das Ilhas Oceânicas**

Outra meta importante das ciências marinhas no Brasil é a ampliação do conhecimento sobre os ambientes insulares oceânicos sob jurisdição nacional. A importância estratégica das ilhas oceânicas foi consolidada pela CNUDM, que garante ao Brasil o direito de estabelecer Mar Territorial (MT) e Zona Econômica Exclusiva (ZEE) ao redor das ilhas. Assim, é acrescentada uma área marítima de raio de 200 milhas ao redor de cada ilha oceânica, garantindo ao País exclusividade para explorar, explorar, conservar e gerir os respectivos recursos naturais, vivos e não vivos, da massa líquida, do solo e do subsolo marinhos, o que acrescenta considerável importância econômica para a nação brasileira.

As ilhas oceânicas também possuem importante valor científico, socioeconômico e ambiental em função da singularidade de seus ecossistemas, das espécies endêmicas, da constituição e da evolução geológica e da possibilidade de geração de dados essenciais para previsões meteorológicas, estudos geológicos, geotécnicos, oceanográficos e climáticos, entre outros.

No âmbito do PSRM, são desenvolvidas pesquisas científicas na Ilha da Trindade, na Ilha Martin Vaz e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) por meio dos Programas já constituídos: Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (Protrindade) e Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Proarquipélago).

O ASPSP é formado por pequenas ilhas rochosas localizadas no hemisfério Norte, a cerca de 1.000 quilômetros do litoral do Estado do Rio Grande do Norte, com origem na zona de fratura de São Pedro e São Paulo. O arquipélago é provido de recursos marinhos diversificados e possui posição geográfica estratégica no Oceano Atlântico, além de constituir região privilegiada para o desenvolvimento de pesquisas com impactos técnico-científicos, socioeconômicos e ambientais relevantes. Por essas características, o ASPSP é de especial interesse para o Brasil, para as comunidades acadêmica e científica e para a sociedade brasileira em geral.

A Estação Científica do ASPSP foi construída para apoiar pesquisas, sendo capaz de suportar as intempéries do local. Expedições científicas quinzenais contribuem para consolidar a ocupação permanente do arquipélago, requisito indispensável para legitimar o direito à ZEE em torno dele. É importante registrar que, para manter a Estação Científica em condições operacionais e promover as necessárias ações de conservação ambiental no ASPSP, faz-se necessário disponibilizar um complexo aparato logístico e realizar treinamentos para habilitar os pesquisadores para a permanência com segurança naquele importante e extremo ponto do território nacional.

A Ilha da Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz constituem a fronteira leste do País, estando esse aspecto geopolítico contemplado na Estratégia Nacional de Defesa. São aspectos científicos relevantes relacionados à Trindade os ninhais de tartarugas verdes e os registros geológicos da última manifestação vulcânica em território brasileiro. É, também, a única ilha oceânica brasileira que possui cursos d'água permanentes. Com esses atributos, a ocupação vinculada à conservação das características ecológicas da ilha e do ambiente marinho circundante tem sido objeto constante das políticas de Estado e demanda esforços estratégicos para conservação da sua bio e geodiversidade.

De modo a poder ampliar as pesquisas e hospedar adequadamente os pesquisadores, foi construída, em 2010, a Estação Científica da Ilha da Trindade (ECIT), com dois laboratórios e dois camarotes para apoiar o Protrindade, tendo sua concepção e desenho arquitetônico sido realizados pela Universidade Federal do Espírito Santo e seu projeto e construção capitaneados pela Diretoria de Obras Cíveis da Marinha (DOCM). Foi construída a partir de uma tecnologia canadense, utilizando um polímero (PVC) como base de sua construção, trazendo benefícios técnicos e estéticos, além de uma contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Além disso, a MB opera a Estação Meteorológica da Ilha da Trindade (EMIT), ponto estratégico avançado nas atividades relacionadas ao monitoramento climático e meteorológico, por ser um importante local de sondagem do ar superior no Atlântico Sul, transmitindo dados em tempo real para a rede da Organização Meteorológica Mundial (OMM) por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Visando ampliar a realização de pesquisa científica nas ilhas oceânicas, estão sendo adotadas medidas no sentido de implantar uma estação científica no Arquipélago de Fernando de Noronha (AFN), após o que será institucionalizado, no âmbito da Cirm, um programa nos mesmos moldes do Proarquipélago e do Protrindade para coordenar o desenvolvimento de pesquisas naquele arquipélago (Pronoronha). Privilegiado por seu posicionamento e isolamento geográfico e, ao mesmo tempo, pela facilidade de acesso aéreo, marítimo e de telecomunicações, Fernando de Noronha constitui local importante para o desenvolvimento de pesquisas em áreas diversas do conhecimento.

A localização geográfica, estratégica e geopolítica das ilhas oceânicas tropicais brasileiras (AFN, ASPSP, Ilhas da Trindade e Martin Vaz, além do Atol das Rocas) qualificam esses locais como observatórios naturais do Atlântico Sul e Tropical.

O objetivo desses projetos é desenvolver pesquisa científica nas ilhas oceânicas, assegurando a conservação dos seus ecossistemas terrestres e marinhos e os direitos de soberania sobre sua ZEE e Plataforma Continental associada. As seguintes áreas do conhecimento estão sendo apoiadas pelos projetos: geomorfologia, geoquímica, geofísica, petrologia, estrutura e geotectônica; circulação oceânica, interação oceano-atmosfera e clima, e processos de enriquecimento local; dinâmica e contaminação da cadeia trófica; ecologia, comportamento e biodiversidade; recursos pesqueiros; impacto de ações antrópicas e recuperação de áreas degradadas; e história e arqueologia. As áreas técnico-científicas de sísmica, batimetria, gravimetria e magnetometria são hoje de domínio do Brasil desde o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (Leplac).

Deve-se ressaltar que a pesquisa brasileira avança até a região denominada “Área”, definida pela CNUDM como o leito do mar e seu subsolo, além dos limites das jurisdições nacionais, e que apresenta possibilidade adicional de aproveitamento da diversidade geológica e biológica<sup>10</sup>.

### **3.7 Potencialidade Mineral de Áreas Estratégicas**

Desde 2009, o Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SGB/CPRM) vem executando trabalhos em nossa plataforma continental e na Área, desenvolvendo projetos como o da Elevação do Rio Grande (Proerg) e da Cordilheira Meso-Atlântica (Procordilheira), ambos do Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (Proarea), que tem como objetivo identificar e avaliar a potencialidade mineral de áreas com importância econômica e político-estratégica para o Brasil.

Fruto da parceria entre o CPRM, o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) e a Agência Japonesa de Ciência e Tecnologia da Terra e do Mar (Jamstec), foi realizado o Cruzeiro Iatá-Piúna (navegando em águas profundas e escuras, na língua Tupi-Guarani), quando foi possível observar pela primeira vez as costas da Elevação do Rio Grande, na Dorsal de São Paulo e no Platô de São Paulo a partir dos mergulhos realizados com o submersível Shinkai 6500, com capacidade para três tripulantes (dois pilotos e um cientista) e equipado com braços mecânicos e câmeras de alta resolução conduzidos a bordo do navio R/V Yokosuka, ambos pertencentes à Jamstec. Os resultados dessa comissão revelaram que a Elevação do Rio Grande, sempre considerada uma montanha submersa de origem vulcânica semelhante às que ocorrem em frente à costa da África, tem a presença de rochas continentais, como se um continente tivesse afundado na época em que a América do Sul se separou da África (CGEE, 2008). Esse assunto será retomado no item 5.

A definição e a implementação das atividades em áreas estratégicas permitem aprofundar as oportunidades de desenvolvimento científico e tecnológico, as quais sabidamente estão distribuídas de maneira desigual com alguns setores, especialmente de tecnologia avançada, relativamente mais fértil em possibilidades. Da mesma forma, as pretensões brasileiras de se tornar, cada vez mais, um país incluído soberanamente no mundo impõem um conjunto de definições estratégicas no campo de C,T&I.

Para que as políticas de C,T&I tenham efeitos favoráveis, é indispensável que todos os setores da população delas tirem proveito, sem excluir e sem contribuir para aumentar a exclusão. Assim sendo, educação e cultura científica e tecnológica fazem parte do principal caminho que viabiliza o processo desejado de compartilhar o conhecimento. O nível de escolaridade da população e a qualidade e a amplitude da educação estão fortemente relacionados à competitividade das nações modernas e refletem a capacidade de inovar na solução de problemas e no equacionamento do futuro.

### **3.8 Meios Flutuantes para Pesquisa e Suporte Acadêmico**

Mesmo considerando os meios flutuantes existentes – os navios oceanográficos (NOc) Antares (DHN) e Atlântico Sul (Furg) – e as aquisições indicadas a seguir, a necessidade de estudo e monitoramento sistemático da ZEE, da extensão da plataforma continental e do litoral são evidências

---

<sup>10</sup> Informações detalhadas a respeito constam do Capítulo I – Direito do Mar. (Nota do Revisor).

de que ainda é necessário ampliar a capacidade brasileira nas Ciências do Mar, cujo gargalo atual é a escassez de meios flutuantes que possam ser considerados laboratórios embarcados para a realização de pesquisas oceanográficas. As embarcações existentes devem ser munidas com equipamentos que permitam a realização simultânea de pesquisas geológicas, físicas, químicas e biológicas visando à otimização de seu emprego<sup>11</sup>.

A publicação *Mar e Ambientes Costeiros* (CGEE, 2008), organizada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, recomenda, como ação prioritária, a expansão da frota oceanográfica brasileira. De forma a atenuar esta demanda essencial, o Navio Hidroceanográfico (NHOc) Cruzeiro do Sul (Figura 1), considerado Laboratório Nacional Embarcado, foi incorporado à Marinha do Brasil em novembro de 2007, tendo sido adquirido em cooperação formalizada pelo Convênio Finep, envolvendo recursos do MCTI e da Marinha do Brasil.

O emprego do NHOc Cruzeiro do Sul viabiliza pesquisas das interações de processos biológicos, químicos e físicos que ocorrem no Atlântico Sul, podendo ser estudados vários aspectos do meio ambiente oceânico, tais como a dinâmica das águas superficiais e profundas, os níveis da produção biológica, as trocas de gases entre oceano e atmosfera, a natureza e a extensão das interações de condições abióticas com respostas biológicas, as consequências para os ecossistemas e a biodiversidade, e o impacto das mudanças ambientais passadas e presentes.

O MCTI e a MB (DHN), valendo-se de um projeto para adequação do navio à instalação e à operação de equipamentos de pesquisa hidroceanográfica, biogeológica e meteorológica, dotaram o NHOc Cruzeiro do Sul com equipamentos como perfilador geológico, guincho geológico com oito mil metros de cabo e arco de popa, entre outros. O navio já é equipado com ecobatímetro monofeixe para grandes profundidades, *software* para levantamentos hidrográficos automatizados, *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) e termossalinógrafo, além de uma Estação Meteorológica Automática e um conjunto *Conductivity, Temperature, Depth* (CTD)/Rosette.

No segundo semestre de 2010, a comunidade acadêmico-científica passou a dispor, anualmente, de cerca de 80 dias de mar para atividades e projetos de pesquisa afins com o uso do Cruzeiro do Sul. Os projetos que necessitam de dias de mar são avaliados e priorizados por um comitê científico *ad hoc* e, posteriormente, as comissões de apoio são planejadas por um comitê gestor composto por representantes da MB e do MCTI.

**Figura 1:** Navio Hidroceanográfico Cruzeiro do Sul.

---

<sup>11</sup> Que se tenha conhecimento, a primeira edição deste livro, em 1998, efetuada sob responsabilidade da extinta Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos (CNIO), foi o primeiro documento formal que valorizou, perante a Nação, não só o grave óbice representado pela falta de meios flutuantes necessários à pesquisa do mar, como também a conveniência de que um moderno navio oceanográfico, a ser adquirido, fosse colocado em operação sob modelo novo de administração. De fato, uma das recomendações constantes no capítulo correspondente, rezava: “Conceder elevada prioridade a definir e colocar em operação um programa mínimo para dotar o País de meios flutuantes oceanográficos em um horizonte de tempo compatível com o atendimento dos compromissos e necessidades mais prementes. Viabilizar a aquisição de, pelo menos, um navio moderno, adequado à pesquisa oceanográfica, e colocá-lo em operação sob modelo novo de administração”. (Nota do Revisor.)



Fonte: DHN

Em 18 de maio de 2010, foi publicada no Diário Oficial Portaria Interministerial (MCTI e Ministério da Defesa – MD) que prevê ações para estimular as parcerias entre as instituições de pesquisa e a Marinha visando maximizar a utilização do NHOc Cruzeiro do Sul e aumentar a análise crítica dos projetos. Essa portaria mudou o paradigma para as pesquisas no mar, incentivando projetos articulados de características interinstitucionais e interdisciplinares e instituindo uma Coordenação Científica Embarcada, que servirá como interlocutora do Comando do navio com os pesquisadores a bordo.

O uso compartilhado do NHOc Cruzeiro do Sul (MB/DHN e MCTI Seped<sup>12</sup>) foi posto à prova na I Campanha Transatlântica Brasil-África, realizada entre outubro e dezembro de 2009. Nessa comissão, o navio realizou dois perfis oceanográficos ao longo do Atlântico Sul, atracando em Cape Town (África do Sul) e Walvis Bay (Namíbia). Comissões dessa natureza propiciam conhecimento privilegiado do ambiente oceânico e incluem o Brasil no seleto grupo de países que realizam pesquisas oceanográficas de caráter global. O monitoramento do transporte de calor e da variação de CO<sup>2</sup> ao longo do paralelo de 30°S é uma das prioridades em termos de observação no Atlântico Sul, conforme recomendam com ênfase as conclusões do *South Atlantic Climate Observing System* (SACOS), *workshop* realizado em 2003 e patrocinado por *World Climate Research Programme* (WCRP), *Goos* e *Inter-American Institute for Global Change Research* (IAI) para identificação das prioridades observacionais relacionadas às mudanças climáticas no Atlântico Sul. Essas variáveis foram medidas e analisadas pela equipe de pesquisadores da comissão, que também determinou as concentrações de organismos fito ou zooplânctônicos, material em suspensão, nutrientes e contaminantes em cada estação oceanográfica ao longo do perfil.

Portanto, a combinação de esforços de diferentes grupos de pesquisa, envolvendo universidades e institutos de pesquisa nacionais com o apoio da MB e do MCTI, proporciona, por meio da aplicação de diversas técnicas e métodos, um quadro multidisciplinar dos processos que ocorrem nessa região do oceano. Sem dúvida alguma, a continuidade do projeto em ritmo bienal será uma forma de contribuição muito importante da comunidade científica brasileira aos estudos desenvolvidos por diversos grupos internacionais visando avaliar os efeitos ligados às mudanças climáticas.

---

<sup>12</sup> Atualmente, essa Secretaria se chama Secretaria de Pesquisa e Formação Científica – SEPEF. (Nota do Revisor).

Também se considera auspiciosa para a Oceanografia no Brasil a aquisição do Aviso de Pesquisa Aspirante Moura – Laboratório Nacional Embarcado 2, incorporado em janeiro de 2010 para apoiar pesquisas oceanográficas e atividades de ensino.

A pesquisa oceanográfica brasileira está dotada, ainda, de um dos dez melhores navios de pesquisa do mundo: o Navio de Pesquisa Hidroceanográfico (NPqHo) Vital de Oliveira. A obtenção desse meio decorreu de um Acordo de Cooperação firmado em 20 de setembro de 2012 entre a Marinha do Brasil (MB), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Petróleo Brasileiro (Petrobras) e a Vale S.A.. O objeto desse Acordo de Cooperação foi a obtenção, por construção, de um navio moderno com uma vasta gama de equipamentos científicos. O propósito do NPqHo Vital de Oliveira é servir como plataforma marítima, laboratório oceânico e laboratório multiuso e ser empregado prioritariamente em prol do monitoramento e da caracterização física, química, biológica, geológica e ambiental de áreas oceânicas estratégicas para a exploração de recursos naturais, com ênfase nos recursos minerais.

O NPqHo Vital de Oliveira tem capacidade de mapear dados da atmosfera, do oceano, do solo e do subsolo marinhos, possibilitando um melhor conhecimento das riquezas da nossa Amazônia Azul. É um projeto norueguês que foi fabricado na China e teve seus equipamentos instalados em Cingapura. Seu comprimento é de 78 metros, com acomodações para até 146 pessoas, sendo possível ter a bordo entre 40 e 60 pesquisadores, técnicos e estudantes. É dotado de cinco laboratórios e 30 equipamentos científicos no estado da arte, com autonomia de 60 dias no mar, ampliando a presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial.

**Figura 2: Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira.**



Fonte: DHN

A Marinha do Brasil ainda dispõe de outros navios que fazem ou apoiam pesquisas no mar, com destaque para os de apoio a pesquisas na Antártica:

- o Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel, que tem como missão básica apoiar os subprogramas de Logística, Ciências da Atmosfera, Ciências da Terra e Ciências da Vida a fim de contribuir para a consecução do Programa Antártico Brasileiro; e
- o Navio Polar Almirante Maximiano, que é empregado prioritariamente em coletas de dados oceanográficos na Região Antártica em apoio aos projetos científicos do Programa Antártico (Proantar), podendo ser utilizado tanto em Águas Jurisdicionais Brasileiras como em outras regiões

da “Área” com a finalidade de realizar levantamentos hidroceanográficos para a atualização de cartas e publicações náuticas, sem prejuízo às atividades do Proantar e do apoio logístico à Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF).

Além desses dois navios citados, a oceanografia brasileira ganhou mais dois, adquiridos pela Fapesp para a Universidade de São Paulo (USP): os navios oceanográficos Alpha Crucis e Alpha Delphini.

Originalmente, o Alpha Crucis, com o nome de Moana Wave, pertencia à Universidade do Havaí. Posteriormente, o navio foi transferido para a Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera (NOAA), dos Estados Unidos. Depois da aquisição pela Fapesp, a embarcação passou por reformas e modificações durante dez meses em um estaleiro em Seattle. O Alpha Crucis, com deslocamento de 972 toneladas, chegou ao Porto de Santos em março de 2012 para substituir o navio Professor W. Besnard (utilizado de 1967 a 2008), que sofreu um incêndio e ficou sem condições operacionais de pesquisa. O Alpha Crucis tem 64 metros de comprimento, 11 metros de boca e capacidade para alojar 20 pessoas. Sua autonomia, de 40 dias, amplia os limites geográficos de pesquisa. O navio dispõe de equipamentos modernos, entre eles um sonar multifeixe capaz de produzir mapas tridimensionais do fundo do oceano. Conta, ainda, com um sistema de posicionamento dinâmico (que permite manter a posição em estações oceanográficas), perfilador de subfundo, dois perfiladores de corrente, guinchos e guindastes apropriados para diversas tarefas, além de mais de 100 metros quadrados de laboratórios. A nova infraestrutura possibilita estudos de cardumes e medição de correntes, antes impossíveis. Também viabiliza o comando de um veículo submersível operado remotamente (ROV, na sigla em inglês) de pequenas dimensões. O custo total do NOc Alpha Crucis, incluindo a reforma, foi de US\$ 11 milhões. A expectativa é que ele proporcione um grande salto qualitativo à pesquisa oceanográfica do País.

Em sua primeira viagem, o navio integrou o projeto internacional de análise da circulação de calor no Atlântico Sul – denominado *South Atlantic Meridional Overturning Circulation* (Samoc) –, tendo executado as atividades do Projeto Temático “Impacto do Atlântico Sul na Célula de Circulação Meridional e no Clima”.

**Figura 3:** Navio Oceanográfico Alpha Crucis.



Fonte: IOUSP

Primeiro navio oceanográfico inteiramente construído no Brasil, o Alpha Delphini destina-se a aumentar a capacidade de pesquisa em oceanografia no Estado de São Paulo. A embarcação integra um projeto, submetido à Fapesp pelo IO-USP, no âmbito do Programa Equipamentos Multiusuários (EMU).

O Alpha Delphini tem autonomia de 10 a 15 dias e capacidade de pesquisa intermediária, entre as pequenas embarcações e os navios oceanográficos disponíveis para pesquisa, atendendo à necessidade de se contar com uma embarcação que cubra a plataforma continental. O custo total do navio foi de R\$ 5,5 milhões. O Programa EMU da Fapesp destinou R\$ 4 milhões para a construção da embarcação e o restante – motores e uma série de equipamentos científicos – foi financiado com recursos do próprio IO-USP. O navio pode ser solicitado para pesquisas de qualquer universidade, inclusive instituições privadas. Mas o regulamento estabelece prioridade para certos casos, como os projetos financiados pela Fapesp e o uso por pesquisadores do IO-USP. Em seguida, têm preferência os projetos das outras duas universidades estaduais paulistas – Unesp e Unicamp.

**Figura 4: Navio Oceanográfico Alpha Delphini.**



Fonte: IOUSP

Também digno de destaque é o navio oceanográfico Prof. Luiz Carlos<sup>13</sup>, inaugurado na Marina da Glória no dia 28 de janeiro de 2020 pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Essa universidade desponta como a primeira instituição de ensino superior do estado a possuir uma embarcação desse porte destinada ao desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão nas mais variadas áreas do conhecimento. Com 30,5 metros de comprimento e 7,8 metros de largura, o navio Prof. Luiz Carlos ultrapassa 250 toneladas e tem capacidade para navegar com 30 pessoas, bem como autonomia para permanecer até 15 dias no mar.

---

<sup>13</sup> O nome do navio representa uma justa homenagem prestada pela UERJ ao Capitão de Mar e Guerra (Ref.) Luiz Carlos Ferreira da Silva, maior responsável pela valorização do ensino oceanográfico na Universidade, onde é considerado um verdadeiro mentor na área. O CMG Luiz Carlos foi especialista do Cembra por vários anos e participou de sua criação. (Nota do Revisor).



**Figura 5: Navio Oceanográfico Professor Luiz Carlos.**



Fonte: UERJ

O antigo Urago Maru, apreendido pela Receita Federal e cedido ao Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC), está operacional após um período de reparos e remodelação (com verba do antigo Ministério da Pesca e Aquicultura) que compreendeu troca do motor, aumento das acomodações e instalação de equipamentos. O navio oceanográfico tem 35,2 m de comprimento e capacidade para 27 pessoas, entre tripulantes e pesquisadores/alunos.

Algumas universidades e instituições de ensino superior que formam futuros oceanógrafos e outros profissionais de áreas afins possuem experiência em laboratórios flutuantes que foram obtidos por meio de programas do Ministério da Educação (MEC). São quatro embarcações adquiridas com a finalidade de atender a quatro regiões costeiras brasileiras e ficam sob a guarda de quatro Universidades Federais:

- Ciências do Mar I – Região Sul (Universidade Federal do Rio Grande – Furg);
- Ciências do Mar II – Região Norte (Universidade Federal do Maranhão – UFMA);
- Ciências do Mar III – Região Leste (Universidade Federal Fluminense – UFF); e
- Ciências do Mar IV – Região Nordeste (Universidade Federal de Pernambuco – UFPE).

A disponibilidade desses meios, e de outros dos mais diversos portes, é necessária à pesquisa nas 65 instituições de ensino superior envolvidas com as Ciências do Mar. A falta dessas embarcações é o principal ponto de estrangulamento para o atendimento do embarque necessário à formação de recursos humanos. Os aspectos supracitados, além da disponibilidade anual de 1.840 vagas em tais cursos, justificam a necessidade de aumento da frota de embarcações para pesquisa.

**Figura 6: Laboratório de Ensino Flutuante Ciências do Mar I.**



Fonte: Oceano à Vista [s.d.].

Quanto à formação de recursos humanos, vale enfatizar que a consolidação e a ampliação dos cursos de graduação, dos programas de pós-graduação e dos grupos de pesquisa são fundamentais, tornando indispensável a realização de aulas práticas, conforme determinam as diretrizes curriculares e as estruturas dos cursos.

Parece promissora a hipótese da aquisição de um navio a ser operado por uma fundação, com controle de um grupo com representantes das diversas instituições de pesquisa; se bem-sucedida, a prática poderá ser estendida como opção a outros navios e embarcações, com regras e condições que a experiência e o bom senso venham a ditar.

Outro ponto a ser considerado, com a indispensável participação da Marinha e da Petrobras, seria a análise de alternativas que viabilizem o início, no País, da familiarização de grupos de pesquisa com veículos subaquáticos, tripulados ou não, que permitam o estudo de fenômenos oceanográficos e/ou possibilitem o desenvolvimento de tecnologias por observação direta abaixo da superfície.

#### **4. CONJUNTURA INTERNACIONAL**

Com relação à cooperação internacional, deve-se ressaltar que o envolvimento do Brasil em projetos internacionais ganhou impulso na segunda metade da década de 1980 e é bastante intenso atualmente.

Essa cooperação é estimulada pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Unesco(Unesco/COI), estabelecida na forma de uma comissão com autonomia funcional subordinada à Unesco, tem a missão de fomentar a cooperação internacional e coordenar programas de pesquisas, serviços e desenvolvimento de capacidades a fim de conhecer melhor a natureza e os recursos do oceano e das regiões costeiras e aplicar esse conhecimento para melhorar a gestão, o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente marinho e os processos de tomada de decisões de seus Estados-Membros<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION; INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION (UNESCO/IOC). *Statutes. IOC/INF-1148*. 2000. 47 p. (Nota do Revisor).

Em âmbito nacional, o MCTI tem por função promover e coordenar a participação do País em atividades da COI relativas às Ciências Oceânicas, conforme Decreto de 5 de janeiro de 1994. Em décadas recentes, o Brasil tem liderado muitas iniciativas para o estudo do Atlântico Sul na vertente oeste (Brasil, Uruguai e Argentina) do Programa em Ciência Oceânica dos Recursos não Vivos (*Oceanic Science in relation to Non Living Resources* – OSNLR) da COI.

Também por força do Decreto referido acima, a MB, por meio da DHN, é a instituição nacional que tem as funções de promover e coordenar a participação do País nas atividades da COI relacionadas aos programas de Serviços Oceânicos e Mapeamento Oceânico, bem como de servir de Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) e Centro Depositário da COI, integrando, assim, o Sistema Mundial de Dados Oceanográficos.

O Comitê Científico para Pesquisas Oceanográficas (*Scientific Committee on Oceanic Research* – SCOR) é uma organização não governamental que visa à promoção e à coordenação das atividades oceanográficas. Além de promover a cooperação internacional, busca a solução de problemas metodológicos e conceituais que possam afetar o andamento das pesquisas. Também fomenta a capacitação de cientistas de países em desenvolvimento por meio de esforços para incluí-los em suas atividades, concedendo-lhes a possibilidade de participação em aproximadamente 75 viagens por ano e em faculdades regionais de Oceanografia e outras Ciências do Mar.

Atualmente, diversos grupos de trabalho do SCOR possuem brasileiros, mas é preciso despertar maior interesse da comunidade oceanográfica nacional por esse comitê, uma vez que seu nível de maturidade científica já lhe permite maior participação internacional.

Não se pode deixar de mencionar a presença brasileira na Antártica, tão relevante que será abordada em subitem específico, a seguir.

#### **4.1 Programa Antártico Brasileiro (Proantar)**

O Tratado Antártico foi firmado em 1º de dezembro de 1959 por 12 países, mas o Brasil assinou o documento apenas em 1982. Em 2009, quando o Tratado completou 50 anos, a data foi destacada no País, incluindo, entre outras homenagens, uma sessão solene no Congresso Nacional.

O Proantar teve início no verão de 1982/1983 com a participação do NApOc Barão de Teffé (da Marinha) e do NOc Professor W. Besnard (da Universidade de São Paulo) na Primeira Expedição Brasileira à Antártica, que foi patrocinada pela Cirm com o apoio de entidades civis, entre as quais a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). A participação brasileira na realização de trabalhos oceanográficos – como *Second International Biomass Experiment* (SIBEX) e *Biological Investigation of Marine Antarctic System and Stock* (BIOMASS) – e a instalação da Estação Antártica Comandante Ferraz lograram condições que conduziram ao ingresso do Brasil como Membro Pleno no Conselho Consultivo do Tratado da Antártica e, posteriormente, no Comitê Científico de Pesquisa Antártica (*Scientific Committee on Antarctic Research* – SCAR).

Desse modo, ao desenvolver atividades científicas em caráter permanente na região, o País se mantém no centro dos acontecimentos que poderão assumir importância política e econômica no decorrer dos próximos anos. Adquire credibilidade, compartilha avanços científicos e tecnológicos relevantes e se credencia a participar, substantivamente, de discussões e deliberações que venham a

ocorrer sobre a área. Precisam ser assegurados os recursos para manter a presença brasileira, não só em termos de custeio logístico, mas também de execução dos projetos de pesquisa, formação e aperfeiçoamento de pesquisadores, e aquisição dos equipamentos e insumos necessários.

O Proantar envolve, basicamente, três segmentos:

- *científico*: constituído pelo Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas (Conapa, órgão assessor do MCTI para assuntos antárticos), e pelo CNPq, que coordena a execução das pesquisas científicas realizadas por universidades e demais instituições de pesquisa, além de apoiar a formação de pesquisadores. Define a política científica buscando, sempre que possível, alinhá-la às diretrizes do SCAR, que define os grandes projetos internacionais de ciência antártica;

- *logístico*: o Ministério da Defesa atua no Proantar por intermédio dos Comandos da Marinha e da Aeronáutica. A Marinha sedia a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Secirm), que gerencia o programa, planeja as operações antárticas e financia o segmento logístico, mantendo tanto a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) quanto os refúgios e acampamentos, além da Estação de Apoio Antártico na Furg. A Força Aérea Brasileira (FAB) realiza os voos de apoio ao Proantar;

- *ambiental*: de responsabilidade do Grupo de Avaliação Ambiental (GAAM), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que procura garantir que as atividades brasileiras desenvolvidas na região cumpram as regras internacionais de modo a minimizar o impacto da presença humana em solo antártico.

A influência exercida pela região antártica no sistema global e, em particular, no Hemisfério Sul do planeta, caracteriza, de modo geral, as numerosas áreas de interesse científico que tornam a pesquisa antártica particularmente atraente e relevante para o Brasil. Uma descrição mais pormenorizada desses tópicos, ressaltando essa relevância, inclui:

- o monitoramento do “buraco do ozônio” e da radiação ultravioleta, assim como a influência desses dois eventos sobre o território nacional;

- a importância dos dados meteorológicos antárticos para o entendimento do sistema climático sul-americano e brasileiro e para a modelagem climática da região – como o clima no Hemisfério Sul é essencialmente gerado e controlado por massas de ar frio provenientes do continente gelado, esses dados possibilitam a realização de previsões meteorológicas mais confiáveis e com maior antecedência;

- a inclusão de dados referentes à ação do manto de gelo antártico como um dos fatores controladores do clima do Hemisfério Sul nos modelos climáticos é essencial para o entendimento da influência antártica no território nacional e para o aperfeiçoamento da precisão das previsões meteorológicas;

- a compreensão sobre o efeito estufa, o balanço de massa do gelo e o aumento do nível do mar e suas consequências socioeconômicas para as populações litorâneas;

- a evolução geológica da Antártica, da América do Sul e do Brasil, bem como os processos geológicos que levaram à formação e à fragmentação do supercontinente Gondwana por meio da tectônica de placas e afetaram a América do Sul e a Antártica de maneira semelhante – por essa razão, os estudos geológicos do Brasil e da Antártica são complementares;

- o conhecimento da estrutura e da dinâmica de seus ecossistemas marinhos e terrestres contribui para a caracterização do ambiente antártico e de sua fragilidade, fornecendo importantes subsídios para a avaliação dos efeitos das mudanças climáticas globais sobre o ecossistema antártico e ajudando a compreender processos biológicos e oceanográficos importantes que ocorrem na plataforma continental brasileira; e

- as interações dos processos oceânicos dos Oceanos Austral e Atlântico Sul.

Além dessas razões, ligadas a temas de ciências básicas, outras de natureza mais aplicada ou econômica e tecnológica podem ser igualmente aventadas:

- os recursos vivos antárticos, representados principalmente pelos estoques de peixes e *krill*, constituem uma fonte considerável de alimentos para a humanidade que já vem sendo aproveitada por vários países: a pesca da merluza negra, por exemplo, conhecida como bacalhau de profundidade, pode render um milhão de dólares/mês/navio. A pesca na Antártica é regulamentada pela Convenção sobre Conservação dos Recursos Vivos Marinhos Antárticos (CCAMLR, na sigla em inglês), cuja abordagem ecossistêmica no gerenciamento da pesca antártica visa preservar a sustentabilidade do ecossistema marinho da região;

- os estoques de pescado na Região Sul do Brasil são fortemente influenciados pelas características hidrológicas específicas do Oceano Austral, como o encontro das correntes tropical do Brasil e subantártica das Malvinas (Convergência Subtropical), além do aporte de água doce do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos; assim, maior compreensão da oceanografia dessa região permitirá melhor aproveitamento dos recursos vivos próximos ao Brasil;

- organismos antárticos interagem com o Brasil em suas rotas migratórias quando vêm se alimentar, quando entram em contato com poluentes de várias naturezas ou quando são acidentalmente capturados durante a pesca ao largo da costa – ou seja: é fundamental o conhecimento biológico com vistas à preservação. Merecem destaque: as baleias jubarte, que se acasalam e reproduzem na costa brasileira e se alimentam nas águas antárticas; e as baleias minke, que somente se reproduzem em costas brasileiras e têm sido intensamente pescadas pelos japoneses em águas antárticas com a alegação de pesca científica;

- com quase 14 milhões de km<sup>2</sup>, ainda que parcialmente coberta por gelo, a Antártica é formada por rochas e tem uma margem continental constituída de sedimentos. As rochas e os sedimentos provavelmente são detentores de numerosos recursos minerais; embora as atividades de caráter econômico ligadas à busca desses recursos na Antártica tenham sido proibidas por 50 anos pelo Protocolo de Madri (até 2047), é no mínimo presumível que a potencialidade da região em recursos minerais e energéticos possa voltar a ser objeto de interesse internacional no longo prazo, tendo em conta os requisitos de proteção ao meio ambiente antártico. O aproveitamento racional e sustentado desses recursos demanda pesquisa científica no sentido da obtenção de dados que poderão ser úteis na eventualidade do envolvimento do País em atividades nesse campo;

- variações climáticas no Brasil, com vitais consequências para a agricultura e para os estoques de água em represas hidrelétricas, só podem ser estudadas e previstas por meio de estudos integrados da América do Sul com a Antártica e os oceanos adjacentes;

- a evolução da biota antártica nas condições climáticas extremamente rigorosas da região resultou em adaptações bioquímicas notáveis, cuja investigação poderá levar a descobertas farmacológicas e genéticas de interesse médico;
- o estudo da ionosfera terrestre possui importância para o conhecimento dos processos naturais do planeta e é essencial para a engenharia de telecomunicações e a navegação; e
- as características climáticas da Antártica permitem que o parque industrial brasileiro possa utilizá-la como laboratório para o desenvolvimento tecnológico de equipamentos a serem exportados para países que tenham as mesmas condições climáticas.

Em 2007, foi constituída a Frente Parlamentar de Apoio ao Proantar com o objetivo de atuar juntamente com os órgãos competentes a fim de auxiliar no levantamento de recursos e na transposição de obstáculos para obter os meios necessários ao desenvolvimento do Programa.

Prova da consolidação do Proantar é que, em 2008/2009, o Brasil participou ativamente do Ano Polar Internacional e, ao longo dos últimos 38 anos<sup>15</sup>, a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) – implantada na Ilha Rei George, no Arquipélago das Shetlands do Sul – serviu de base para a realização de mais de 600 pesquisas. O total de investimentos, de 1991 a 2009, foi de cerca de 122 milhões de reais.

Desde 1996, os trabalhos do Proantar contam com a participação do Navio de Apoio Oceanográfico (NApOc) Ary Rongel, da Marinha do Brasil, e, desde 2008, do Navio Polar (NPo) Almirante Maximiano (Figura 7), que já participou das Operações Antárticas (Operantar) XXVIII em diante.

**Figura 7: Navio Polar Almirante Maximiano.**



Fonte: DHN

<sup>15</sup> - A OPERANTAR II (1984) foi marcada pela implantação da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), nome escolhido para homenagear o Capitão de Fragata [Luiz Antônio Ferraz](#), Oficial de Marinha, hidrógrafo, morto aos 42 anos, e um dos idealizadores e incentivadores do Programa Antártico Brasileiro. Em 06 de fevereiro de 1984, foi inaugurada a EACF, e sua primeira equipe, o Grupo-Base composto de doze homens, guarneceu os oito módulos (contêineres) da EACF (cerca de 150 m<sup>2</sup>), durante 32 dias, no período de verão, deixando-a desativada até o início da próxima Operação. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/proantar/eacf> Acesso em 20 de agosto de 2022. (Nota do revisor)

O Navio Polar foi adquirido após visita presidencial à Antártica, por meio de convênio assinado em 2008 entre a MB, a Finep e a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep). Em 3 de setembro do mesmo ano, efetivou-se a aquisição do navio e, em seguida, foram realizadas alterações estruturais em Bremerhaven, na Alemanha, a fim de atender aos requisitos necessários para apoiar o Proantar. Entre as alterações, destacam-se:

- a construção de um convés de voo e de um hangar climatizado com capacidade para acomodar dois helicópteros;
- a instalação de cinco laboratórios, sendo dois secos, dois molhados<sup>16</sup> e um misto, os quais abrigam os mais modernos equipamentos para o desenvolvimento de projetos científicos no ambiente antártico;
- a ampliação das acomodações de 50 para 106 pessoas, mais de um terço delas destinadas à comunidade científica; e
- um amplo passadiço, com sistema de cartas eletrônicas (*Electronic Chart Display and Information System – ECDIS*), sistema de aquisição automatizada de dados hidroceanográficos, sistema de identificação automática (*Automatic Identification System – AIS*) e cinco estações de controle dos propulsores do navio.

O NPo Almirante Maximiano é operado e mantido pela DHN, por intermédio do Grupamento de Navios Hidroceanográficos (GNHo), com a supervisão técnico-científica do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM).

A presença desses dois navios da Marinha do Brasil no continente gelado eleva a capacidade logística e tecnológica do Proantar, possibilitando a melhoria no desenvolvimento de pesquisas científicas e na coleta de dados hidroceanográficos naquela região, além de flexibilizar o apoio logístico à EACF.

A EACF, depois de 28 anos apoiando a comunidade científica, sofreu, na madrugada do dia 25 de fevereiro de 2012, um incêndio que afetou 70% de suas instalações. Permaneceram intactos: os refúgios (módulos isolados para casos de emergência); os laboratórios de meteorologia, de química e de estudo da alta atmosfera; os tanques de combustíveis; dois módulos de captação de água doce; a estação rádio de emergência e o heliponto, que são estruturas isoladas da principal. Apesar do incidente, as pesquisas científicas prosseguiram com os recursos disponíveis, o NPo Almirante Maximiano e os laboratórios que não foram afetados pelo incidente. Além disso, a comunidade científica nacional, amparada pelas manifestações de solidariedade enviadas por instituições de outros países com os quais o Brasil tem sólida cooperação na Antártica, buscou incrementar atividades conjuntas com esses parceiros durante o tempo de reconstrução da EACF. Foram construídos os Módulos Antárticos Emergenciais (MAE), projetados para formar um sistema completo e autossuficiente com capacidade para acomodar 66 pessoas – o Grupo-Base da Marinha e pesquisadores.

A Marinha do Brasil reinaugurou, no dia 15 de janeiro de 2020, a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF). Foram cinco anos desde os estudos geotécnicos das fundações, passando

---

<sup>16</sup> Para os laboratórios “molhados” levam-se as amostras a serem tratadas; “secos” são aqueles laboratórios em que se coletam dados dos equipamentos utilizados.

pela pré-montagem modular na China, até o pleno funcionamento das instalações e dos 17 modernos laboratórios destinados às pesquisas antárticas (como biociências, microbiologia, biologia molecular e química, entre outros), os quais foram projetados e equipados para atender à comunidade científica de modo compatível com o atual estágio das pesquisas brasileiras naquela região.

**Figura 8: A nova Estação Antártica Comandante Ferraz.**



Fonte: Secirm

Finalmente, vale destacar que, no contexto dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), mencionados anteriormente, dois deles foram criados para a Antártica – o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA) e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera:

- com sede no Instituto de Biologia da UFRJ, o INCT-APA soma 51 estudiosos de vários estados. Seu objetivo é estudar as mudanças ambientais que ocorrem na Antártica – continente mais preservado e mais frágil do planeta. Sua atuação tem como foco a Ilha Rei George, onde está instalada a EACF. Como essa região é a mais sensível do planeta às variações climáticas, suas peculiaridades permitem que se detecte precocemente a resposta do ambiente às mudanças globais. Outra tarefa importante do INCT-APA é o monitoramento ambiental da Baía do Almirantado, com estudos sobre o impacto das atividades humanas no ambiente;

- o INCT da Criosfera, com sede no Instituto de Geociências da UFRGS, em Porto Alegre, reúne 137 pesquisadores do País e do exterior e integra sete laboratórios associados, dedicados aos estudos da variabilidade de diferentes componentes da massa de gelo planetária (gelo marinho antártico, geleiras e manto de gelo antártico, geleiras andinas, *permafrost*<sup>17</sup>) e sua resposta às mudanças climáticas. O programa inclui a montagem de um laboratório nacional para análise e interpretação de testemunhos de sondagem de gelo e do centro nacional de monitoramento da criosfera (principalmente para avaliar o impacto do derretimento de parte da criosfera no nível médio dos mares).

## 5. DESAFIOS PROSPECTIVOS

Com a entrada em vigor da CNUDM, os países se defrontaram com o problema da demarcação de suas plataformas continentais. Um trabalho de considerável magnitude, no qual o Brasil demonstrou grande rapidez de resposta, adiantando-se a países mais desenvolvidos e com maior

<sup>17</sup> *Permafrost* deriva de “permanent + frost”, isto é, significa algo como “permanentemente congelado”. O termo designa um tipo de solo que permanece sempre congelado.



tradição no mar – e, certamente, mostrando-se pioneiro entre aqueles com idêntico grau de desenvolvimento. Assim, em 1985, a Cirm e a MB já adotavam as providências preliminares visando à realização do Leplac, que teve sua primeira fase concluída em 2004<sup>18</sup>. Essa realização traduz uma louvável visão geopolítica em relação ao mar e a seus recursos.

Apresta-se, agora, o País, para outra imensa tarefa: a de levantar informações sobre a Área, no Oceano Atlântico contíguo, como forma de assegurar respaldo às suas pretensões sobre os recursos minerais desse imenso solo marinho, segundo o que preceitua a CNUDM a esse respeito. Assim, providências concretas já estão em curso. A Cirm coordena a execução do Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (Proarea) que, com ampla participação de órgãos governamentais e da comunidade científica, tem como propósito identificar e avaliar a potencialidade mineral de áreas com importância econômica e político-estratégica para o Brasil localizadas nessa região oceânica. O assunto já foi objeto de consideração anterior<sup>19</sup> mas há que se destacar, aqui, a importância dos trabalhos desenvolvidos com fundamental apoio científico.

Com todos os riscos ligados às projeções prospectivas, ainda cabe aqui uma sumária menção a alguns aspectos dos impactos no ambiente marinho brasileiro que dizem respeito às maiores e mais previsíveis pressões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. São elas:

- as mudanças climáticas – campo que demanda uma grande massa de dados, como, por exemplo, sobre o nível do mar e o regime de ondas ao longo da costa. A aquisição desses dados requer a ampliação da rede nacional de marégrafos (que hoje é reduzida) e equipamentos acessórios de alta resolução, como CGPS e gravímetros para maior precisão, bem como ondógrafos e boias meteoceanográficas. As informações requeridas ajudam a dimensionar as estratégias de proteção da costa e a elaborar os necessários planos de contingência. Também é preciso aumentar o acesso a sistemas orbitais de observação e o suporte de investimento em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) padronizados;

Nesse contexto, cabe mencionar a chamada pública do MCTI/CNPq denominada “Papel do Oceano Atlântico nas Mudanças Climáticas”.

- a queda da produtividade pesqueira está exigindo maior investimento em pesquisas científicas para o gerenciamento dos estoques, enquanto a possibilidade de desenvolvimento da maricultura em grande escala abre um imenso campo de desenvolvimento científico e tecnológico para o estudo de técnicas de produção intensiva e o desenvolvimento de estruturas de apoio flutuantes e submersas;

- a extensão das atividades ligadas à Oceanografia Operacional passa a ser prioritária com relação à aquisição, ao tratamento e à disponibilização, em tempo real, de dados básicos de rotina, assim como a integração desses dados em modelos matemáticos para simulação e previsão de processos oceânicos;

- o conjunto de impactos positivos e negativos das atividades marítimas, como no caso do pré-sal, merece particular atenção. Esses impactos alcançarão desde a linha de costa até águas

---

<sup>18</sup> Já foram efetuados pleitos à CLPC/ONU a fim de complementar a proposta brasileira visando à incorporação ao País de cerca de 2,1 milhões de km<sup>2</sup>.

<sup>19</sup> Ver Capítulo V – Recursos Minerais.

bastante profundas sob uma grande variedade de formas, como o deslocamento e a fixação de populações humanas e as ameaças potenciais aos ecossistemas de mar profundo, ainda quase desconhecidos. Esse assunto também inclui os problemas de poluição difusa dessas atividades e o risco de sérios acidentes ambientais, situação que pode se agravar, no curto prazo, com a migração em massa de indústrias de prospecção para a província produtora de petróleo devido ao grande crescimento da exploração *offshore*. Tendo em vista as imensas repercussões no campo de C&T, esse aspecto deveria suscitar sérias discussões;

- no momento em que a Marinha, por meio do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)<sup>20</sup>, se preocupa em desenvolver meios de gerenciamento das águas jurisdicionais, deve ser cogitado o suporte em C,T&I necessário para desenvolver o Sistema, que não deve ficar somente adstrito à MB, carecendo do apoio dos setores governamentais capazes de contribuir na tarefa de interesse nacional;

- o aumento populacional brasileiro, sua fixação crescente no litoral e até o desenvolvimento do País estão a motivar, fortemente, a execução de estudos e pesquisas ligadas ao Desenvolvimento Sustentável das atividades em seu mar jurisdicional;

- ainda sobre o pré-sal, não se deve esquecer o gigantesco esforço tecnológico exigido para a sua exploração e exploração. Certamente, o trabalho maior cabe aos especialistas da Petrobras, de reconhecida competência. Mas tudo indica que, em algum momento, a comunidade científica nacional ligada ao mar será chamada a prestar serviço, em escala crescente.

## **5.1 A Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável**

### **5.1.1 Antecedentes**

A proposta para o estabelecimento da “Década” foi construída ao longo de dois anos por iniciativa da COI e submetida à aprovação da sua 29ª Assembleia em junho de 2017, para posterior submissão à Conferência Geral da Unesco e aprovação final pela Assembleia Geral das Nações Unidas (UNGA). O propósito da Década da Ciência Oceânica é contribuir para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – mais especificamente o ODS 14 – da Agenda 2030, que foi aprovada em 6 de dezembro de 2017 como parte da *Omnibus Resolution for Oceans and the Law of the Sea (A/RES/72/73)*.

A COI recebeu, então, a tarefa de preparar um Plano de Implementação para a “Década”. Por meio da Carta Circular nº 2722, de 22 de maio de 2018, a COI solicitou aos Estados-Membros que se manifestassem sobre o possível interesse em contribuir para a fase preparatória. O Brasil propôs sediar o Seminário Regional de Planejamento para o Atlântico Sul, que foi realizado com sucesso no período de 25 a 27 de novembro de 2019 nas dependências da Escola de Guerra Naval (IOC/UNESCO, 2020a). A organização do evento contou com a participação da Marinha do Brasil (DHN), do MCTIC<sup>21</sup> e do Ministério das Relações Exteriores (MRE), e também com o patrocínio da

---

<sup>20</sup> Ver Capítulo II – Segurança no Mar e Poder Naval, subitem 4.2.

<sup>21</sup> Hoje, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI.

Fundação Grupo Boticário, do Conselho Nacional de Praticagem (Conapra) e de algumas instituições do exterior que contribuíram com apoio de viagem.

Outros seminários foram realizados para diversas regiões oceânicas ao redor do mundo. Seus relatórios foram consolidados e o resultado foi o *Plano de Implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável*, que teve sua segunda versão encaminhada à Divisão de Assuntos Oceânicos e Direito do Mar (DOALOS – *Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea*) em 11 de agosto e submetida à aprovação da 75ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas em 31 de dezembro de 2020. Também foi produzida uma versão resumida, de apresentação amigável e fácil leitura (IOC/UNESCO, 2021b).

### 5.1.2 Resultados Esperados (*Societal Outcomes*)

Os sete resultados a seguir descrevem o “oceano que queremos” no final da década (IOC/UNESCO, 2020). Eles descrevem: tanto o estado desejado do oceano (Resultados 1 e 2), quanto o estado desejado de uso e interação da sociedade com o oceano (Resultados 3 a 7).

- *Resultado 1 – Oceano limpo*, no qual as fontes de poluição são identificadas e reduzidas ou eliminadas. A sociedade gera uma vasta gama de poluentes e contaminantes, incluindo detritos marinhos, plástico, excesso de nutrientes, ruído antropogênico subaquático, produtos químicos perigosos, toxinas orgânicas e metais pesados. Esses poluentes e contaminantes derivam de uma ampla variedade de fontes terrestres e marítimas. A poluição resultante é insustentável para o oceano e põe em risco os ecossistemas, a saúde humana e os meios de subsistência. Será necessário gerar conhecimento interdisciplinar sobre as causas e fontes de poluição e seus efeitos nos ecossistemas e na saúde humana a fim de contribuir para eliminar a poluição na fonte, mitigar atividades nocivas, remover poluentes do oceano e apoiar a transição da sociedade para uma economia circular;

- *Resultado 2 – Oceano saudável e resiliente*, no qual os ecossistemas marinhos são compreendidos, protegidos, restaurados e geridos. A degradação dos ecossistemas marinhos está se acelerando devido a atividades insustentáveis em terra e no oceano. Para gerenciar, proteger ou restaurar de forma sustentável os ecossistemas marinhos e costeiros, as lacunas de conhecimento e suas respostas a múltiplos estressores precisam ser preenchidas. Isso é particularmente verdadeiro onde a ação humana interage com as mudanças climáticas, incluindo acidificação e aumento de temperatura. Esse conhecimento é importante para desenvolver ferramentas para implementar estruturas de gestão que construam resiliência, reconheçam limites e evitem pontos de inflexão ecológicos e, assim, garantam o funcionamento do ecossistema e a prestação contínua de serviços ecossistêmicos para a saúde e o bem-estar da sociedade e do planeta como um todo;

- *Resultado 3 – Oceano produtivo*, apoiando o abastecimento sustentável de alimentos e uma economia oceânica sustentável. O oceano é a base para o futuro desenvolvimento econômico global e para a saúde e o bem-estar humano, incluindo segurança alimentar e meios de subsistência seguros para centenas de milhões das pessoas mais pobres do mundo. Conhecimento e ferramentas serão essenciais para apoiar a recuperação de estoques de peixes, implantar práticas sustentáveis de gestão pesqueira e apoiar a expansão sustentável da aquicultura, ao mesmo tempo em que protegem a biodiversidade e os ecossistemas. O oceano também fornece bens e serviços para uma ampla gama de indústrias estabelecidas e emergentes, incluindo as extrativas e farmacêuticas, além das de energia,

turismo e transporte. Cada um desses setores tem necessidades específicas e prioritárias em termos de aumento de conhecimento e apoio à inovação, desenvolvimento tecnológico e ferramentas de apoio à decisão para minimizar riscos, evitar danos duradouros e otimizar sua contribuição para o desenvolvimento de uma economia oceânica sustentável. Os governos também requerem informações e ferramentas, por exemplo, por meio de indicadores oceânicos para orientar o desenvolvimento de economias sustentáveis e promover os setores marinhos;

- *Resultado 4 – Oceano previsível*, que a sociedade entende, podendo apresentar diagnóstico e prognóstico das condições dos oceanos. O oceano ainda não é adequadamente mapeado nem observado, nem tampouco compreendido de forma integral. Exploração e compreensão dos elementos-chave do oceano em mudança – incluindo seus componentes físicos, químicos e biológicos, além das interações com a atmosfera e a criosfera – são essenciais, particularmente em um cenário de mudanças climáticas. Esse conhecimento é necessário desde a interface terra-mar nas regiões costeiras até o oceano aberto, e também da superfície ao fundo do oceano. Isso implica conhecer as condições oceânicas pretéritas, atuais e futuras para formar um entendimento mais abrangente e integrado e um prognóstico preciso dos ecossistemas oceânicos;

- *Resultado 5 – Oceano seguro*, no qual a vida e os meios de subsistência sejam protegidos dos perigos relacionados ao oceano. Riscos hidrometeorológicos, geofísicos, biológicos e induzidos pelo homem criam impactos em cascata, devastadores e insustentáveis para as comunidades costeiras, os usuários dos oceanos, os ecossistemas e as economias. A mudança na frequência e/ou na intensidade dos perigos relacionados ao tempo e ao clima está exacerbando esses riscos. Dessa maneira, são necessários mecanismos e processos para avaliar os riscos, mitigar seus efeitos, prever e alertar sobre os perigos e formular respostas adaptativas a fim de reduzir esses riscos de curto e longo prazo em terra e no mar. É fundamental obter, em tempo quase real e em tempo diferido, dados oceânicos de maior densidade e sistemas de previsão aprimorados – incluindo aqueles relacionados ao nível do mar, às condições meteorológicas e ao clima. Tais conhecimentos, uma vez ligados à educação, à divulgação e à comunicação, não só contribuirão para fortalecer as políticas e a tomada de decisões, como também integrarão a resiliência individual e comunitária;

- *Resultado 6 – Oceano acessível e transparente*, com acesso aberto e equitativo a dados, informações, tecnologia e inovação. As desigualdades na capacitação e nos recursos da ciência oceânica precisam ser erradicadas por meio da melhoria simultânea do acesso e do controle de qualidade dos dados, do conhecimento e da transferência de tecnologia. É preciso haver uma combinação de aumento de habilidades e oportunidades para se engajar na coleta de dados, na produção de conhecimento e no desenvolvimento tecnológico, particularmente nos países em desenvolvimento, nos pequenos Estados Insulares e nos países interiores. A disseminação do conhecimento oceânico para a comunidade científica, os governos, os educadores, as empresas, a indústria e o público em geral por meio de produtos relevantes e acessíveis melhorará o gerenciamento, a inovação e a tomada de decisões, contribuindo para os objetivos sociais do desenvolvimento sustentável;

- *Resultado 7 – Oceano inspirador e envolvente*, que a sociedade entende e valoriza em relação ao bem-estar do ser humano e ao desenvolvimento sustentável. Para incentivar a mudança de comportamento e garantir a eficácia das soluções desenvolvidas ao longo da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, é preciso que haja uma mudança radical na relação

da sociedade com o oceano, o que pode ser alcançado por meio da cultura oceânica, da educação formal e informal e da conscientização, e também por meio de medidas que garantam, de forma equitativa, o acesso físico ao oceano. Juntas, essas medidas construirão na sociedade um entendimento significativamente mais amplo dos valores econômicos, sociais e culturais do oceano e da pluralidade de papéis que ela desempenha em prol da saúde, do bem-estar e do desenvolvimento sustentável. O resultado marcará o oceano como um lugar de admiração e inspiração, influenciando também a próxima geração de cientistas, formuladores de políticas, funcionários do governo, administradores e inovadores.

### 5.1.3 Implementação da “Década do Oceano” no Brasil

Ainda em março de 2020, o MCTI/SEPEF empenhou-se em dar continuidade à implementação no Brasil da Década do Oceano, iniciada com o *Workshop* Regional para o Atlântico Sul. Para isso, foi constituído um Comitê de Assessoramento para a Década da Ciência Oceânica com a tarefa inicial de organizar uma série de Oficinas Subnacionais com o propósito de colher subsídios para o Plano Nacional de Implementação (BRASIL, 2021).

Em virtude das limitações decorrentes da Covid-19, as oficinas foram realizadas de forma virtual. Nesses eventos, foram elencadas as prioridades regionais brasileiras para as Ciências do Oceano a serem contempladas durante a Década. O Comitê Nacional de Assessoramento para a Década da Ciência Oceânica foi reconhecido pela COI como *Brazilian National Comitee*, nos termos do Plano de Implementação (*Implementation Plan*). O Brasil foi o primeiro Estado-Membro da COI a obter esse reconhecimento. O Comitê Nacional conta com a participação dos seguintes atores:

- MCTI/SEPEF;
- Marinha do Brasil (DHN);
- Escritório da Unesco/Brasília;
- Fundação Grupo Boticário;
- Rare (ONG);
- Comissão Nacional para o Fortalecimento das Reservas Extrativistas e dos Povos Extrativistas Costeiros Marinhos (Confrem);
- Associação Brasileira para a Ciência (ABC);
- Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC);
- Rede ODS Brasil;
- Jovens Profissionais da Ciência Oceânica, cujos representantes são indicados pelo MCTI.

O propósito desse comitê era a confecção do *Plano Nacional para a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável* (BRASIL, 2021). Este será o principal instrumento para planejar as ações que serão executadas ao longo da Década para termos o “Oceano que queremos”. Integrar processos, do local ao global, construídos com diferentes setores da sociedade, é um requisito fundamental para a elaboração de um plano nacional que represente a diversidade sociocultural e ambiental brasileira em um contexto global. Assim, o Plano Nacional está alinhado

ao Planejamento Global da Década do Oceano realizado pela COI/UNESCO, tanto quanto às realidades locais do País. A concepção desse Plano Nacional foi realizada de forma colaborativa e participativa de maneira a mobilizar, engajar e ouvir os diferentes setores da sociedade das diferentes regiões do Brasil<sup>22</sup>.

## 6. ÓBICES E CONCLUSÕES

As reflexões anteriores permitiram identificar e delimitar necessidades e interesses que hoje são de alta relevância para o País em relação ao mar, tendo em vista, inclusive, os compromissos e benefícios decorrentes da entrada em vigor da CNUDM e da proclamação da “Década do Oceano”. Em praticamente todas as situações levantadas, o sucesso ou o insucesso está intimamente vinculado ao domínio, maior ou menor, de variáveis científicas e/ou tecnológicas.

Embora o papel político e econômico do trinômio C,T&I como fator de diferenciação seja atualmente mais do que óbvio, até o evento da Convenção e, portanto, em qualquer época anterior da história da humanidade, jamais as nações se defrontaram de maneira tão direta e generalizada com uma situação em que a Ciência e a Tecnologia assumissem o papel de instrumento básico para definição e implementação de políticas públicas e para garantia de direitos e prerrogativas.

A questão de C,T&I, portanto, de modo absolutamente geral, praticamente se confunde com a questão da preservação da autonomia, da independência e da segurança nacionais. Vincula-se, inclusive, à garantia das liberdades coletivas e individuais.

Os significativos resultados obtidos comprovam que muito vem sendo feito no Brasil em relação ao mar e aos seus recursos, demonstrando, principalmente, que se dispõe de capacidade, coragem e decisão para a ação:

- levantamento de dados sobre a geologia da plataforma continental, que vai permitir ao País acrescentar cerca de 2,1 milhões de km<sup>2</sup>, além da ZEE, ao seu espaço econômico e avançar na produção de hidrocarbonetos;
- levantamento dos recursos vivos da ZEE e estimativa de seus limites sustentáveis de captura, informações vitais para a administração da pesca;
- presença brasileira na Antártica, mantendo em operação permanente e satisfatória, com reconhecimento internacional, uma base de pesquisas em condições ambientais difíceis, a milhares de quilômetros do território nacional;
- duplicação, em menos de duas décadas, da quantidade de profissionais de nível superior atuando em C,T&I do mar;
- realização de programas nacionais de formação de rede (INCTs, Pro-Abrolhos e Institutos do Milênio / Projeto Recos);
- contribuições significativas no desenvolvimento de programas internacionais de pesquisa sobre as mais variadas temáticas;

---

<sup>22</sup> O Cembra vai colaborar com os esforços nacionais em prol da Década, já tendo selecionado cinco projetos que receberão sua atenção prioritária. (Nota do Revisor).

- projeto e construção de obras de engenharia costeira, portuária e oceânica notáveis; e
- projeto e construção de embarcações de praticamente todos os tipos e tamanhos.

Tal volume de realizações, contudo, é insuficiente. Só de linha de costa, o Brasil tem mais de 7.500 km; o mar territorial e a ZEE alcançam cerca de 3.600.000 km<sup>2</sup> e a plataforma continental chega a 2.100.000 km<sup>2</sup>, totalizando 5.700.000 km<sup>2</sup>, área que corresponde a mais de 50% do território emerso e concentra grandes perspectivas de reservas minerais.

O problema (se é que se pode considerar “problema” toda essa pujança) é de tamanho, de número de pessoas e equipamentos, de meios flutuantes e, por tudo isso, de volume de recursos. Essa invejável situação peculiar, contudo, faz com que os erros, indefinições e imprecisões políticas e gerenciais tenham consequências sérias, potencializadas pela escassez de recursos. Assim sendo, pelo menos os seguintes óbices precisam ser superados, com urgência e determinação, a fim de que se possa ampliar o ritmo da produção de conhecimentos, de modo a guardar melhor sintonia com as necessidades nacionais:

- fixação de políticas, planos e programas de pesquisa com baixo nível de audiência aos segmentos diretamente interessados, sejam eles produtores ou consumidores dos conhecimentos gerados;
  - desnecessária superposição de esforços;
  - escassez de recursos e excessiva fragmentação em sua aplicação;
  - insuficiência quantitativa e distribuição desigual, em vista das necessidades de cada caso e de cada região do País, do pessoal qualificado, dos recursos financeiros e das disponibilidades materiais quanto a instalações físicas, laboratórios, equipamentos e meios flutuantes;
  - descontinuidade das ações que provoca desperdício de recursos (às vezes volumosos), desmobiliza instituições, desmonta equipes de pesquisa lenta e laboriosamente construídas e desmotiva a todos, pesquisadores, usuários e comunidade em geral – em suma: que atenta contra os interesses da sociedade brasileira;
- falta de formação de recursos humanos de nível médio para atuar no apoio técnico ao desenvolvimento da C&T do mar; e
  - vício restritivo no entendimento das áreas abrangidas pela C,T&I do mar, particularmente pela exclusão das áreas tecnológicas e humanas; tal vício restritivo pode ser, ao menos, minimizado pela maior prioridade atribuída à cultura oceânica, às ciências sociais e ao conhecimento tradicional pelo Plano de Implementação da Década do Oceano.

Quanto aos meios flutuantes, embora a situação tenha melhorado, ainda é necessário o aumento da frota, mas também se impõe a permanente atualização de seu instrumental científico. A substituição sistemática por equipamentos tecnologicamente atualizados, que permitam a obtenção de dados em padrões compatíveis com os vigentes internacionalmente, deve constituir programa de ação governamental, até como condição para favorecer a avaliação dos resultados apresentados pelo Brasil no atendimento de compromissos decorrentes da adesão à CNUDM. A automação de metodologias clássicas e obrigatórias de análises, por exemplo, permitirá que cada subárea da Oceanografia, além de apoiar as demais, possa desenvolver novas linhas de pesquisa em seu campo

específico, tanto em nível nacional como na cooperação internacional. Recomenda-se que a ação de financiar qualquer equipamento só aconteça dentro de uma proposta abrangente e da qual seja parte imprescindível.

Vale destacar o considerável esforço de estruturação da pesquisa do mar em nosso País. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) instituiu, pela Portaria MCTI nº 4.719, de 5 de maio de 2021, o Programa Ciência no Mar, com duração prevista até 2030, coincidente com a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável. O Programa Ciência no Mar atualmente reúne seis linhas temáticas:

- gestão de riscos e desastres;
- mar profundo;
- zona costeira e plataforma continental;
- circulação oceânica, interação oceano-atmosfera e variabilidade climática;
- tecnologia e infraestrutura para pesquisas oceanográficas; e
- biodiversidade marinha.

Além de outras ações do Programa, está prevista a qualificação de uma Organização Social para apoio e coordenação das Ciências do Mar no Brasil.

Como se sabe, as demandas sobre os recursos marinhos aumentaram significativamente nas últimas décadas. A chamada Economia Azul representa importante fator de força para o desenvolvimento do País. Em consequência, o conhecimento do Produto Interno Bruto do Mar (PIB do Mar) constitui elemento relevante para subsidiar o processo de elaboração, implementação e condução de políticas públicas e ações decorrentes relacionadas ao ambiente marinho<sup>23</sup>. Em razão de sua importância e do reconhecimento da inexistência de metodologia oficialmente validada para o cálculo do PIB do Mar, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar criou um Grupo Técnico, coordenado pelo Ministério da Economia, para, entre outras finalidades mais específicas, definir o conceito de Economia Azul ou Economia do Mar para o Brasil.

A Academia não está alheia a esse tema. De acordo com Carvalho (2018), o valor bruto da produção do mar foi calculado em 18,93% do valor do PIB do Brasil. Esse número representa a soma de duas parcelas principais: a Dimensão Marinha ou Economia Oceânica (2,67%) e as Adjacências do Mar ou Economia Costeira (16,26%).

Com isso, a participação da comunidade de C&T no aprimoramento das tecnologias, na avaliação dos impactos ambientais e na consolidação da regulação será fundamental para garantir os vultosos investimentos a médio e longo prazos. A experiência tecnológica adquirida tanto no desenvolvimento dos campos marítimos de óleo e gás quanto na instalação de parques eólicos *offshore* poderá representar um diferencial relevante para a competitividade das fontes de energia renováveis do oceano.

---

<sup>23</sup> Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Resolução nº 14/2020.



## 7. SUGESTÕES

O setor ressenha-se da ausência de uma política para as Ciências do Mar que oriente os investimentos na área e seja suficientemente dinâmica para se manter em sintonia com as questões nacionais contemporâneas maiores, como a biodiversidade, as mudanças climáticas, a exploração de recursos vivos e não vivos, a produção de alimentos e a geração de energia. A título de exemplo, cita-se a exploração do pré-sal, que apresenta desafios em vários domínios de C,T&I. Dessa forma, entende-se que a multidisciplinaridade das Ciências do Mar deva ser exercida em sua plenitude, evitando o vício restritivo da visão tradicional oceanográfica.

Diante do exposto, são apresentadas, a seguir, algumas sugestões aos tomadores de decisão – membros do poder público nos três níveis de governo.

- **FORTALECER** a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm) como órgão que analisa e emite, com base no melhor conhecimento técnico-científico disponível, juízos sobre todos os temas relativos aos recursos do mar, resguardando as premissas do Desenvolvimento Sustentável e do compromisso com as futuras gerações, particularmente com relação a atividades produtivas e/ou econômicas de qualquer natureza.

- **ESTABELECE** uma Política Nacional de C,T&I para o mar.

- **ESTIMULAR** e **CONSOLIDAR** as redes de pesquisadores, tecnólogos e instituições, como instrumentos de política pública, para o fortalecimento do sistema de C,T&I do Brasil.

- **FORTALECER** os programas dos INCTs, do CNPq, da Capes e das FAPs relativos ao fomento à pesquisa, à formação e à fixação de recursos humanos na área de Ciências do Mar, incluindo a formação técnica de nível básico.

- **INVESTIR** na recuperação, na manutenção e na modernização dos navios das instituições públicas do País empregados nas Ciências do Mar, bem como na contínua ampliação da frota.

- **ESTIMULAR** o compartilhamento de equipamentos oceanográficos visando à otimização de sua utilização no contexto da política de cadastramento nacional existente.

- **INVESTIR** na ampliação, na manutenção e na consolidação do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), tendo em vista a importância de suas atividades em nível governamental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). **Declaração da Academia Brasileira de Ciências sobre a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável**. Junho de 2021. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Revista-Gt-Oceanos-2021.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015**. Brasília-DF, 2012.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília-DF, 2021.

CARVALHO, A. B. **Economia do Mar: Conceito, Valor e Importância para o Brasil**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento. PUCRS, 2018. 185 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Mar e Ambientes Costeiros**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mar\\_e\\_ambientes\\_costeiros\\_5021.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mar_e_ambientes_costeiros_5021.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2022.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (CIRM). **Resolução nº 14/2020**. Aprova a criação do Grupo Técnico “PIB do Mar”. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/documentos/atas/resolucao-14-2020.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Cursos Recomendados e Reconhecidos**. Set. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sistema-nacional-de-pos-graduacao-snpg/dados-do-snpg/cursos-recomendados-reconhecidos>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

HATJE, V.; ANDRADE, R. L. B.; OLIVEIRA C. C.; POLEJACK, A.; GXABA, T. Pollutants in the South Atlantic Ocean: sources, knowledge gaps and perspectives for the Decade of Ocean Science. **Frontiers in Marine Science**, 8:644569. March, 2021. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.644569/full>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION / UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (IOC/UNESCO). **Summary Report of the Regional Planning Workshop for the South Atlantic**. 2020a. Disponível em: <[https://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/FINAL-Summary-Report-of-the-SA-Regional-Planning-Workshop-20abr2020-CAM-FASN\\_1587381909.pdf](https://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/FINAL-Summary-Report-of-the-SA-Regional-Planning-Workshop-20abr2020-CAM-FASN_1587381909.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2022.

\_\_\_\_\_. **The Science We Need for the Ocean We Want**. Paris: UNESCO, 2020b. 20 p. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

\_\_\_\_\_. **The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) – Implementation Plan.** (IOC Ocean Decade Series, 20). Paris: UNESCO, 2021a. 56 p. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377082>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

\_\_\_\_\_. **The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030). Implementation Plan – Summary.** Paris: UNESCO, 2021b. 20 p. Disponível em: <<https://www.oceandecade.org/wp-content/uploads/2021/09/337521-Ocean%20Decade%20Implementation%20Plan:%20Summary>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Fourth Greenhouse Gas Study 2020 – Executive Summary.** London: International Maritime Organization, 2021. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IOUSP). Disponível em: <<http://www.io.usp.br/>>. Acesso em: 10 maio 2013.

NOBRE, P.; LEMOS, A. T.; GIAROLLA, E.; CAMAYO, R.; NAMIKAWA, L.; KAMPEL, M.; RUDORFF, N.; LOBÃO, D. M. M.; BIGNELLI, P. A.; MOURA, N.; GALVÃO, W. S.; POLITO, P. S. **The 2019 Northeast Brazil Oil Spill: Scenarios.** (*in press*) (Aceito para publicação nos Anais da Academia Brasileira de Ciências – AABC).

OCEANO À VISTA. **Laboratórios de Ensino Flutuantes.** [s.d.]. Disponível em: <<https://oceanoavista.com.br/lef/>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Ocean Economy in 2030.** Paris: OECD Publishing, 2016. 252 p. Disponível em: <[https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030\\_9789264251724-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030_9789264251724-en)>. Acesso em: 15 ago. 2022.

PAIVA, M. P. **Instituições de Pesquisas Marinhas do Brasil.** Brasília, DF: Ibama, 1996.

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (SECIRM). Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/seccirm>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

\_\_\_\_\_. **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar.** [2012]. Disponível em: <[https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/471/1/viii\\_psrn-2012-2015.pdf](https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/471/1/viii_psrn-2012-2015.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL/COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (SGB/CPRM). Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 10 maio 2013.

SCIENCE COUNCIL OF JAPAN. **Threats to Marine Ecosystems and Conservation of the Marine Environment – with Special Attention to Climate Change and Marine Plastic Waste.** Science 20 (S20), 2019. Disponível em: <<https://fpcj.jp/wp/wp-content/uploads/2019/02/Appendix-About-Science-20.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

TEIXEIRA, C. Oceanografia. In: MOSCATI, G.; LERNER, E. (Coord.). **Avaliação & perspectivas**. Volume 2: Ciências Exatas e da Terra – 7. Oceanografia. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1983. p. 289-336.

TURRA, A. (Coord.). (Org.). **Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo (PEMALM)**. Neves, A. M.; Panarelli, A. M.; Elliff, C. I.; Romanelli, M. F.; Mansor, M. T., Andrade, M. M.; Grilli, N. M.; Cardoso, O. A.; Zanetti, R.; Scrich, V. M. 1. ed. São Paulo: PEMALM, 2021. 72 p.: il. Disponível em: <[https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/201/2021/01/pemalm\\_e\\_book.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/201/2021/01/pemalm_e_book.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2022.

\_\_\_\_\_; PINHO, R.; ANDRADE, J.B. Cooperação internacional do Brasil em Ciência Oceânica. **Ciência e Cultura**, v. 73, p. 12-15, 2021. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v73n2/v73n2a04.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **IO-FURG sediará um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Mar**. Jan. 2019. Disponível em: <[http://www.furg.br/index.php?id\\_noticia=17867](http://www.furg.br/index.php?id_noticia=17867)>. Acesso em: 10 maio 2013.