



CAPA

Hidrovia Tietê-Paraná: do Caminho das Bandeiras aos Desafios da Logística

Muito além do transporte: os desafios operacionais, o potencial turístico e a importância estratégica do sistema que conecta o Brasil por seus rios.

Amazônia Azul: Inteligência Territorial e Inovação para um Futuro Sustentável

Como a inovação estratégica e a inteligência territorial estão transformando 6 milhões de km² em um motor de prosperidade sustentável.

Pág 9

Potencial de Minerais Críticos no Embasamento Cristalino Marítimo Brasileiro

O plano brasileiro para extrair minerais essenciais do fundo do oceano e garantir o futuro das indústrias de alta tecnologia e defesa.

Pág 21

A Carta de Navegação Eletrônica do futuro chegou: uma introdução aos produtos S-100

Muito além do mapa: entenda como o padrão S-100 integra marés, correntes e batimetria dinâmica para garantir manobras mais seguras e portos mais eficientes.

Pág 24



Editorial

O Centro de Excelência para o Mar Brasileiro (CEMBRA) reafirma, nesta edição do InfoCembra, seu compromisso com a promoção de uma visão estratégica, integrada e abrangente do patrimônio aquático nacional. Ao ampliarmos o conceito de “Amazônia Azul”, convidamos o leitor a compreender que nossas águas – interiores e oceânicas – formam um sistema contínuo, essencial à soberania, ao desenvolvimento e à projeção internacional do Brasil.

Nossa matéria de capa resgata a relevância histórica e contemporânea da Hidrovia Tietê-Paraná como eixo estruturante da integração nacional. Dos caminhos abertos pelas expedições bandeirantes aos desafios logísticos do presente, evidencia-se que os rios brasileiros são vetores permanentes de conexão entre o interior do continente e o ambiente marítimo.

Essa visão integrada se estende ao domínio oceânico, onde o Brasil exerce responsabilidades que ultrapassam suas águas jurisdicionais. No âmbito da segurança da navegação, o País cumpre compromissos internacionais essenciais por meio da produção e difusão de informações de segurança marítima, como avisos de mau tempo e previsões meteorológicas. Esses serviços, disponibilizados com antecedência, confiabilidade e ampla cobertura, alcançam navegantes de diferentes nacionalidades e perfis, contribuindo diretamente para a salvaguarda da vida humana no mar, a proteção de embarcações e a eficiência do transporte marítimo em uma extensa área sob responsabilidade brasileira.

A partir desse duplo eixo – integração territorial e responsabilidade internacional –, esta edição desenvolve um panorama que articula gestão, conhecimento e inovação:

- **Visão e Inteligência:** Refletimos sobre o papel da inovação estratégica e da inteligência territorial na harmonização entre desenvolvimento econômico e preservação dos ambientes costeiros e marinhos.
- **Governança e Planejamento:** Analisamos os 40 anos do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), bem como os desafios regulatórios e éticos associados à expansão de parques eólicos offshore.
- **Fronteira do Conhecimento:** Apresentamos os avanços do projeto SeabedMap na Margem Equatorial, essencial para a ampliação do conhecimento sobre o relevo do substrato marinho brasileiro.
- **Recursos Estratégicos:** Exploramos o potencial dos minerais críticos presentes no embasamento cristalino marítimo, fundamentais para a soberania mineral e a transição energética.
- **Segurança e Tecnologia:** Discutimos a evolução das cartas náuticas eletrônicas no padrão S-100, marco para a navegação digital e para o futuro dos sistemas autônomos e o Serviço Meteorológico Marinho contribuindo para a Segurança Marítima Internacional na Amazônia Azul.
- **Impacto Social e Educacional:** Destacamos o papel da maricultura na segurança alimentar e a relevância da literacia oceânica, inspirada também pelas experiências brasileiras na Antártica.

Ao conectar rios e mares, ciência e operação, território e responsabilidade internacional, o Cembra reforça a convicção de que o futuro do Brasil está intrinsecamente ligado à capacidade de compreender, gerir e proteger a totalidade de suas águas jurisdicionais.

Desejo a todos uma excelente e inspiradora leitura!

Eduardo Bacellar Leal Ferreira

Almirante de Esquadra

Coordenador Executivo do Cembra

Sumário

Hidrovia Tietê-Paraná: do Caminho das Bandeiras aos Desafios da Logística	4
Amazônia Azul: Inteligência Territorial e Inovação para um Futuro Sustentável	9
O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: Uma Reflexão	12
Parques Eólicos Offshore no Brasil: Desafios de Planejamento Espacial Marinho e uma Proposta de Abordagem Precautória	15
Mapeando o Fundo do Mar na esquina do Brasil	18
Potencial de Minerais Críticos no Embasamento Cristalino Marítimo Brasileiro	21
A Carta de Navegação Eletrônica do futuro chegou: uma introdução aos produtos S-100	24
Serviço Meteorológico Marinho: Segurança Marítima Internacional na Amazônia Azul	27
A hora e a vez da Maricultura	30
O Mar em Foco: Como a Experiência Polar Inspira a Educação e a Preservação da Amazônia Azul	33

Missão

“Propor, coordenar e executar projetos e ações estruturantes relacionados ao estudo e aproveitamento do Mar Brasileiro, por meio da integração entre as partes interessadas e aplicação dos conceitos de excelência, visando o desenvolvimento nacional nesse ambiente.”

Visão

“Ser reconhecido como organização de integração em atividades de vanguarda relacionadas ao estudo e aproveitamento sustentável do Mar Brasileiro.”

Valores

EXCELÊNCIA

Busca contínua e sustentada de práticas de vanguarda.

ÉTICA

Respeito aos princípios, interesses, necessidades e expectativas da sociedade.

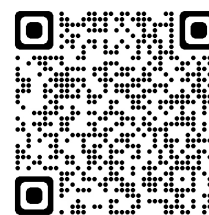
INTEGRAÇÃO

Estabelecimento de relações entre as artes interessadas nas atividades de planejamento, desenvolvimento e execução dos projetos e ações de interesse comuns, com enfoque cooperativo e interdependente, sob objetivos, interesses ou preceitos relacionados ao Mar Brasileiro, que tenham como condutor central a promoção do desenvolvimento sustentável nacional.

RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Desenvolvimento de atividades que atendam aos conceitos de sustentabilidade econômica, considerando ainda os fatores cultural, político e socioambiental.

Acesse o nosso site!



www.cembra.org.br



Hidrovia Tietê-Paraná: do Caminho das Bandeiras aos Desafios da Logística

Marco Antônio Linhares Soares
Comandante do 8º Distrito Naval

A história da navegação no interior do Brasil está profundamente associada ao rio Tietê, que desde o período colonial atuou como eixo de penetração territorial a partir do planalto paulista. Diferentemente da maioria dos grandes rios brasileiros, que escoam em direção ao oceano, o Tietê corre para o interior do continente, característica que o transformou, entre os séculos XVII e XVIII, em uma das principais rotas de exploração da América Portuguesa. Por suas águas partiram expedições bandeirantes e monções fluviais rumo ao



Figura 1 - AgEFlutAnhanguera navegando pelas águas do rio Tietê. Imagem: 8°DN - MB

sertão. Entre os exploradores destaca-se Bartolomeu Bueno da Silva, cujas viagens contribuíram para a expansão territorial e para a descoberta de áreas auríferas no interior do Brasil. As monções, longas jornadas realizadas em canoas a partir do porto fluvial de Porto Feliz, consolidaram o Tietê como importante rota de integração territorial.



Figura 2 –Foto de satélite do Rio Tietê (Google)

No século XIX, durante o período imperial, a navegação fluvial ganhou novo impulso com a introdução de embarcações a vapor. Destaca-se o vapor Tamandathay, adquirido em 1860 por Dom Pedro II para reforçar a presença brasileira nas fronteiras fluviais do oeste do Império. Após participar de operações ligadas à Guerra do Paraguai, a embarcação passou a atuar no transporte de tropas e suprimentos pelos rios do interior, naufragando em 1883 nas proximidades de Itapura (SP). Esse episódio evidencia que o potencial estratégico dos rios Tietê e Paraná já era reconhecido muito antes da implantação da infraestrutura hidroviária moderna.

A partir da segunda metade do século XX, com o avanço do aproveitamento hidrelétrico e a construção de barragens dotadas de eclusas, consolidou-se a Hidrovia Tietê-Paraná, um dos principais corredores hidroviários do país. Atualmente, a hidrovia desempenha papel relevante no trans-

porte de grandes volumes de carga, especialmente granéis agrícolas e minerais, apresentando maior eficiência energética, menores emissões e custos logísticos inferiores ao transporte rodoviário. Paralelamente, o sistema fluvial revela potencial crescente para o turismo náutico e para a valorização ambiental de extensos trechos do interior paulista, caracterizados por rica biodiversidade e paisagens naturais.

MARCOS E DESAFIOS

A consolidação da Hidrovia Tietê-Paraná resulta de um processo gradual de implantação de infraestrutura hidráulica e de navegação iniciado na segunda metade do século XX. A viabilização institucional do sistema teve início em 1967, com a criação da Comissão Executiva da Navegação do Tietê-Paraná (CENAT), embrião da atual hidrovia. Posteriormente, a construção de barragens associadas ao aproveitamento hidrelétrico dos rios Tietê e Paraná, dotadas de eclusas para a transposição de desníveis, transformou cursos d'água historicamente utilizados de forma limitada em um sistema hidroviário contínuo e estruturado. No rio Tietê destacam-se as barragens e eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, e no Rio Paraná, as barragens e eclusas de Jupia e Porto Primavera.

Do ponto de vista logístico, o transporte hidroviário apresenta vantagens significativas em relação ao modal rodoviário. Um comboio típico da hidrovia, formado por quatro barcaças empurradas por um rebocador, pode transportar cerca de 6.000 toneladas de carga, volume equivalente ao de aproximadamente 150 a 170 caminhões graneleiros. Essa elevada capacidade de transporte reforça o papel da hidrovia para o escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste em direção aos terminais do interior paulista.

Nesse sistema destaca-se o Canal Pereira Barreto, com cerca de 9,6 km de extensão, considerado um dos maiores canais artificiais de navegação da América Latina. A obra conecta o reservatório de Três Irmãos, no rio Tietê, ao reservatório de Ilha Solteira, no rio Paraná, garantindo a continuidade da navegação entre os dois sistemas fluviais. Esse trecho é fundamental para o transporte de grãos provenientes da região de São Simão (GO) até os terminais hidroviários de Pederneiras (SP), de onde seguem por ferrovia aos portos do Sudeste.

Outro marco relevante é a ampliação do canal de navegação de Nova Avanhandava, que prevê seu aprofundamento em 3,5 m ao longo de cerca de 16 km, garantindo navegabilidade mesmo em períodos de estiagem. Além da importância logística, a hidrovia apresenta crescente potencial para o turismo fluvial e para a valorização ambiental de extensos trechos do interior paulista.

Entretanto, desafios existem. Vale ressaltar a presença de macrófitas aquáticas que impactam diretamente a operação da hidrovia, formando extensos tapetes vegetais que dificultam a navegação, especialmente nas áreas de aproximação às eclusas e em trechos de menor circulação de água. Além de interferirem na manobrabilidade das embarcações, essas plantas podem acumular-se em estruturas hidráulicas, como comportas, grades e tomadas d'água, afetando o funcionamento de eclusas e de usinas hidrelétricas associadas aos reservatórios.

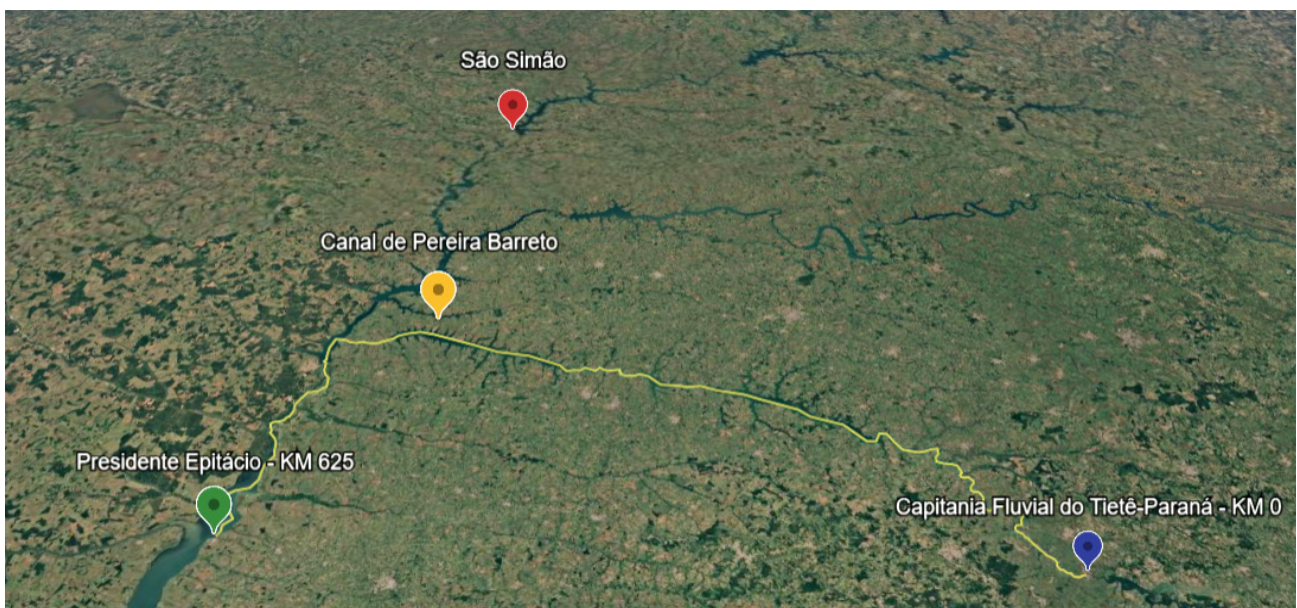


Figura 3 – Derrota realizada pela AgEFlutAnhanguera por ocasião da Comissão



Figura 4 – Forte presença de macrófitas nas proximidades da Eclusa de Bariri

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade futura de atualização cartográfica a fim de acompanhar alterações morfológicas dos trechos navegáveis, principalmente no Tramo Tietê e no Tramo Norte do rio Paraná. Ademais, no campo da sinalização náutica, o principal desafio reside na manutenção contínua dos auxílios à navegação ao longo de toda a extensão navegável da hidrovia, que possui aproximadamente 2.400 km, exigindo monitoramento permanente desses auxílios.

CONCLUSÃO

Assim, a Hidrovia Tietê-Paraná representa a continuidade histórica dos rios do interior brasileiro como eixos de integração, do Caminho das Bandeiras à navegação moderna. A hidrovia amplia a visão da Amazônia Azul para além do litoral, evidenciando a importância das vias navegáveis interiores para o desenvolvimento nacional. Mais do que uma infraestrutura de transporte, reafirma os rios como caminhos permanentes de união e progresso do país.

AGRADECIMENTOS

Ao Almirante de Esquadra Julio Soares de Moura Neto (in memoriam), cuja singradura permanece como farol a iluminar aqueles que se dedicam ao mar e aos rios do Brasil, registro minha reverente gratidão pela inspiração, pelo exemplo e pelo permanente incentivo às causas da nossa Amazônia Azul.



Figura 1 - Representação de uma comunidade costeira sustentável e tecnologicamente avançada, que integra harmoniosamente o desenvolvimento humano com a preservação do meio ambiente. Imagem gerada com IA

Amazônia Azul: Inteligência Territorial e Inovação para um Futuro Sustentável

Fabienne Schiavo

Consultora e Doutora em Inovação Estratégica para Cidades e Comunidades

O convite do CEMBRA para produzir um artigo me fez pensar, de imediato, em uma questão: Como a inovação estratégica voltada ao mar do Brasil pode se tornar aliada do desenvolvimento sustentável e sustentado do país e da prosperidade de seus territórios costeiros - capaz de equilibrar as dimensões econômica, social e ambiental e, ao mesmo tempo, estruturar soluções viáveis e relevantes no longo prazo?

Rebatizado “Amazônia Azul” pela Marinha do Brasil, uma vez que a área marítima brasileira é tão rica e vasta quanto a floresta amazônica, a Amazônia Verde, o mar brasileiro abrange quase 6 milhões de km² de águas jurisdicionais - uma extensão que corresponde a quase o dobro do território terrestre do país - e é vital para nossa soberania, para a economia e para a preservação ambiental.

O Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM 2040) e a Política Marítima Nacional (PMN), instituída pelo Decreto nº 12.481/2025, posicionam a imensa região como prioridade, com foco em defesa, exploração de recursos como pré-sal e combate a ameaças como pesca ilegal. Esta visão estratégica alinha o oceano a interesses nacionais, fomentando a segurança marítima e o desenvolvimento sustentável do Brasil.

E a inovação atua como um elo entre compromissos globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030), e as necessidades locais dos 17 estados costeiros brasileiros.

Iniciativas como o Programa de Desenvolvimento Econômico Sustentável para a Amazônia Azul (Resolução nº 1/2026) integram pesquisa científica, tecnologias digitais, sistemas de dados, inovação portuária e bioeconomia. O desafio consiste em transformar o potencial existente em soluções que dialoguem com os contextos regionais — da pesca artesanal à aquicultura familiar — gerando impacto econômico, social e ambiental.

É nesse ponto que a inovação estratégica se torna fundamental: não apenas para gerar novas soluções, mas para orientar decisões sobre onde investir, quais ativos mobilizar e que futuros territoriais construir.

Vejo o CEMBRA como um espaço de convergência, inteligência e, ao mesmo tempo, catalizador e capilarizador de ações que promovam o desenvolvimento sustentável dos nossos territórios costeiros.

Ao longo da minha trajetória de pesquisa e atuação em territórios, tenho observado que processos de inovação com impacto real não começam pela busca imediata de soluções tecnológicas. Três perguntas fundamentais antecedem o processo criativo:

- Onde estamos? – um diagnóstico realista do território;
- Quais ativos e desafios coexistem nesse contexto?
- Que futuro queremos viabilizar?



Figura 2: Coexistência de Ativos no Território Costeiro. Esta fotografia aérea ilustra a intersecção física entre a bioeconomia (manguezais), a atividade econômica local (pesca artesanal) e a infraestrutura estratégica em um estuário brasileiro, evidenciando a necessidade de uma inovação que harmonize essas diferentes dimensões. (Arte conceitual, gerada por IA.)

Essas três perguntas permitem orientar decisões e investimentos de forma estratégica, conectando oportunidades tecnológicas às vocações e necessidades específicas de cada território.

Quando aplicamos essa lógica aos territórios costeiros brasileiros, percebemos que eles concentram simultaneamente grandes desafios urbanos, ambientais e sociais, mas também ativos associados à economia do mar e à biodiversidade marinha.

A integração desses ativos exige uma abordagem sistêmica, baseada em realidades que se auto influenciam:

- A Social, com foco no cidadão e na participação comunitária, trata da promoção do bem-estar, da equidade e da qualidade de vida das pessoas, assegurando acesso a direitos, oportunidades e inclusão social;
- A Ambiental se refere ao uso responsável dos recursos naturais, garantindo a conservação dos ecossistemas e a capacidade do planeta de sustentar as gerações futuras;
- E a Econômica, que busca a viabilidade de soluções com impacto real. Busca a geração de riqueza e o desenvolvimento econômico de forma eficiente e duradoura, sem comprometer os recursos necessários para o futuro.

A Governança deve perpassar todas as dimensões, e se refere às estruturas, processos e práticas de decisão que garantem transparência, participação, responsabilidade e coordenação entre atores públicos, privados e sociais.

Centros de excelência como o CEMBRA desempenham um papel particularmente relevante nesse contexto. Ao reunir pesquisadores, instituições públicas, setor produtivo e sociedade civil, tornam-se espaços privilegiados para produzir conhecimento e orientar estratégias capazes de promover o desenvolvimento sustentável.

Um hub plural como o CEMBRA oferece o cenário ideal para o uso da chamada “inteligência coletiva” na busca das soluções para fazer do mar brasileiro ativo inovador. Sobretudo, levando em conta que os territórios não são apenas espaços geográficos ou administrativos, mas funcionam como sistemas cognitivos complexos, nos quais governos, empresas, universidades, organizações sociais e cidadãos produzem conhecimento, interpretam sinais e tomam decisões coletivas.

Mais do que tecnologia, o que define um território inteligente é sua capacidade de compreender seu próprio cenário e orientar estrategicamente o uso de seus recursos. “Inteligência territorial”, aqui, diz respeito à capacidade coletiva de identificar prioridades, alinhar atores e direcionar investimentos de forma coerente com os ativos e vocações locais, com foco em resultados concretos para o território.

O impacto real desse alinhamento virá quando ciência, tecnologia, conhecimento local e estratégia territorial se conectarem em torno de um propósito comum. Nesse momento, os territórios costeiros deixam de ser apenas áreas geográficas e passam a atuar como sistemas de inteligência coletiva, capazes de transformar o mar brasileiro em uma alavanca de desenvolvimento e em um motor de prosperidade sustentável e sustentada para o país.



Figura 3 - Inteligência Coletiva em Campo. Pesquisadores e conhecedores locais colaboram na coleta de dados oceanográficos em um território costeiro brasileiro. A imagem materializa a conexão entre ciência avançada e conhecimento territorial local, fundamental para o desenvolvimento sustentável orquestrado por centros de convergência. (imagem gerada por IA)



Figura 1 - Sobreposição de pesca artesanal, porto, indústria e energia offshore ilustra a complexidade e pressão na costa brasileira. Imagem gerada com IA

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: Uma Reflexão

Paulo Roberto A. Tagliani

Decorridas quase quatro décadas desde a promulgação do I Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/1988), — marco que posicionou o Brasil como pioneiro na América do Sul na formulação de uma política pública voltada à gestão integrada da zona costeira —, e no contexto de elaboração de sua terceira versão, é importante promover uma análise retrospectiva crítica dessa trajetória.

Apesar da existência de um arcabouço jurídico robusto e de uma reconhecida capacidade técnico-científica instalada no país — amplamente evidenciada nos debates e reflexões apresentados no último Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro (EncoGerco), realizado em Fortaleza, em setembro de 2025 —, observa-se que os instrumentos e mecanismos de gestão não têm sido suficientes para enfrentar, de forma integrada e eficaz, as complexas e persistentes pressões que se acumulam há décadas ao longo da extensa faixa costeira nacional.



Figura 2 - Avanço do mar sobre orla urbana e comunidades vulneráveis evidencia as limitações de intervenções focadas apenas em requalificação. Imagem gerada por IA.

Aos desafios historicamente associados à elevada concentração populacional, às atividades portuárias, à produção de petróleo e gás, à intensificação do turismo de massa e, em determinados contextos, à expansão da aquicultura, somam-se novos vetores de pressão territorial e ambiental. Destacam-se, nesse sentido, os projetos de implantação de empreendimentos de energia eólica offshore e a ampliação da exploração de hidrocarbonetos na Bacia de Pelotas e na Margem Equatorial, atividades que trazem um potencial de impactos socioambientais in loco, e com rebatimentos na costa adjacente, devido a implantação de infraestruturas e serviços de apoio em terra que acentuam a competição por espaços costeiros já intensamente ocupados.

Adicionalmente, os efeitos das mudanças climáticas emergem como um fator transversal nesse cenário, manifestando-se de forma mais precoce e intensa do que o esperado, com repercussões diretas sobre a segurança das populações e a integridade dos ecossistemas.

O Projeto Orla (decreto 5300/2004), tem ganhado força como um instrumento substituto de gestão costeira. No entanto, por tratar-se primordialmente de um programa de requalificação urbana, limitada a uma estreita faixa costeira e seu escopo não abrange a totalidade de temas essenciais ao gerenciamento costeiro integrado, como conflitos entre stakeholders (ex: pesca artesanal x pesca industrial, expansão portuária x comunidades tradicionais), mineração, florestamentos, turismo sustentável, poluição marinha, entre outros. Soma-se aos instrumentos já estabelecidos, o Planejamento Espacial Marinho, o qual não pode ser desvinculado de um planejamento na zona costeira terrestre, o que torna o processo ainda mais complicado.

Diante desse contexto, reforça-se a necessidade de que a revisão e atualização do PNGC sejam orientadas por uma leitura crítica do passado, de modo a subsidiar estratégias mais efetivas e prospectivas para o planejamento e a gestão sustentável da zona costeira brasileira uma vez que, os esforços até aqui envidados parece não terem sido suficientes para evitar a lenta e continuada a degradação da qualidade ambiental nesta.

Um dos desafios que não foram ainda adequadamente endereçados concerne a implementação do PNGC em nível municipal, onde muitos dos processos de degradação costeiros tem sua origem. Apesar do PNGC prever a elaboração dos Planos Municipais de Gerenciamento - PMGCs como instrumentos locais, a lei federal não os tornou obrigatórios de forma explícita, deixando a adesão a critério dos estados e municípios. Conseqüentemente, a maioria dos municípios costeiros não possui um plano específico e formalizado, e a gestão costeira torna-se fragmentada, verificando-se por meio de outros instrumentos desarticulados.



Figura 3 - A falta de estrutura e recursos nas prefeituras impede a implementação local do PNGC e fragmenta a gestão. Imagem gerada por IA.

Contudo, a elaboração e implementação de um PMGC alinhado ao planejamento estadual (quando os há) e nacional, exige recursos e expertise técnica que muitos municípios, especialmente os menores, não possuem. Além disso, as demandas por Planos Diretores e Planos de Saneamento Básico, o licenciamento ambiental e gestão de Unidades de Conservação municipais muitas vezes absorvem a atenção e os recursos, deixando o PMGC em segundo plano.

Faz-se necessário portanto, a identificar e alargar os gargalos institucionais que dificultam a implementação dos PMGC, criar uma legislação específica e dotar os municípios com recursos suficientes para a sua implementação, sem o que a gestão costeira seguirá sendo um processo fragmentado e pouco efetivo.



Figura 1 - Parque Eólico Offshore. Imagem: Freepik

Parques Eólicos Offshore no Brasil: Desafios de Planejamento Espacial Marinho e uma Proposta de Abordagem Precautória

Paulo Roberto A. Tagliani

A crescente demanda por fontes renováveis de energia tem impulsionado o interesse de investidores na implantação de parques eólicos offshore ao longo da costa brasileira. Atualmente, diversos requerimentos de áreas aguardam a definição de um marco legal regulatório por parte do governo federal, condição essencial para a viabilização dos estudos técnicos e ambientais necessários. A morosidade nesse processo regulatório tem resultado na desistência de empreendedores e no comprometimento da celeridade da transição energética, que se apresenta não apenas como estratégica, mas também urgente.

A magnitude territorial da plataforma continental brasileira impõe desafios singulares à governança espacial e ao processo participativo. Por essa razão, experiências internacionais são valiosas, mas não podem ser diretamente transferíveis ao contexto nacional, dada a diferença de escala, complexidade socioambiental e diversidade ecossistêmica. O método hierárquico proposto pelo Ministério de Minas e Energia através da Empresa de Pesquisa Energética (2025) para o planejamento ambiental estratégico, fundamentado no princípio da precaução, com progressividade analítica e aprofundamento sucessivo à medida que se avança da escala ampla para a local, representa um avanço metodológico coerente. Contudo, embora a análise espacial constitua ferramenta imprescindível para o ordenamento espacial da atividade, possui algumas limitações importantes e sua aplicação exige cautela.

Notadamente, não contempla de forma satisfatória os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da sobreposição/acumulação de empreendimentos, nem a variabilidade da resiliência ecológica dos sistemas marinhos. A instalação de parques eólicos offshore pode desencadear alterações significativas, ainda pouco compreendidas, na estrutura dos ecossistemas, incluindo impactos sobre o substrato marinho, comunidades bentônicas e, em última instância, sobre a cadeia trófica e, conseqüentemente sobre a pesca. Além disso, podem ocorrer modificações nos padrões de circulação hidrodinâmica e nos regimes de transporte de sedimentos, entre outros processos ecológicos fundamentais. O conhecimento técnico-científico atual não permite, com precisão suficiente, definir os limites da capacidade de suporte desses ambientes frente à instalação em larga escala de tais empreendimentos.

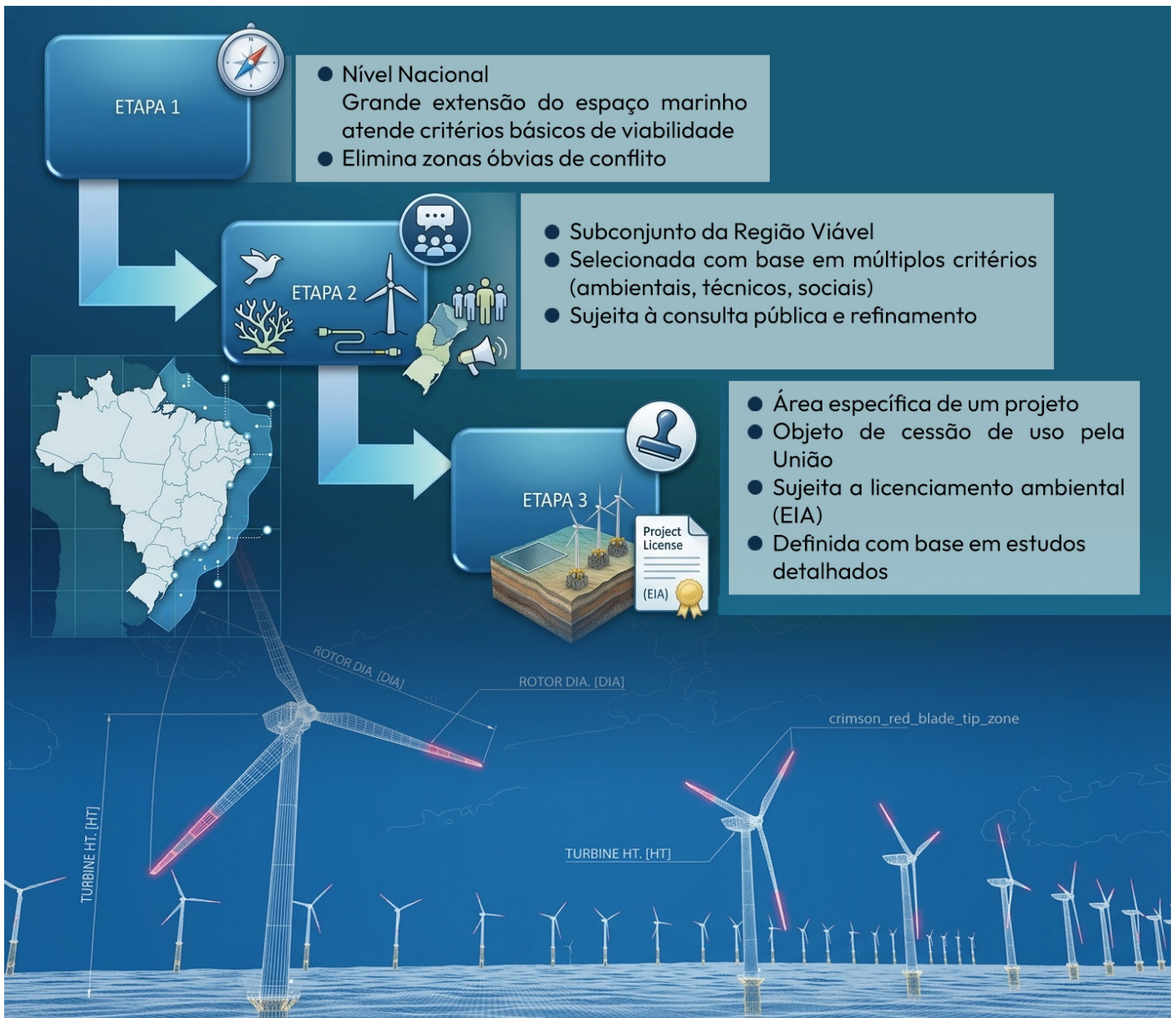


Figura 2 - Infográfico

Dessa forma, a classificação de determinadas áreas como tecnicamente aptas para receber prismas de exploração não deve ser interpretada como autorização automática para sua ocupação plena. A tomada de decisão deve incorporar uma abordagem precaucionária, reconhecendo os riscos potenciais dos efeitos cumulativos e sinérgicos e as lacunas de conhecimento existentes, de modo a garantir a resiliência ecológica e a sustentabilidade a longo prazo dos ecossistemas marinhos brasileiros.

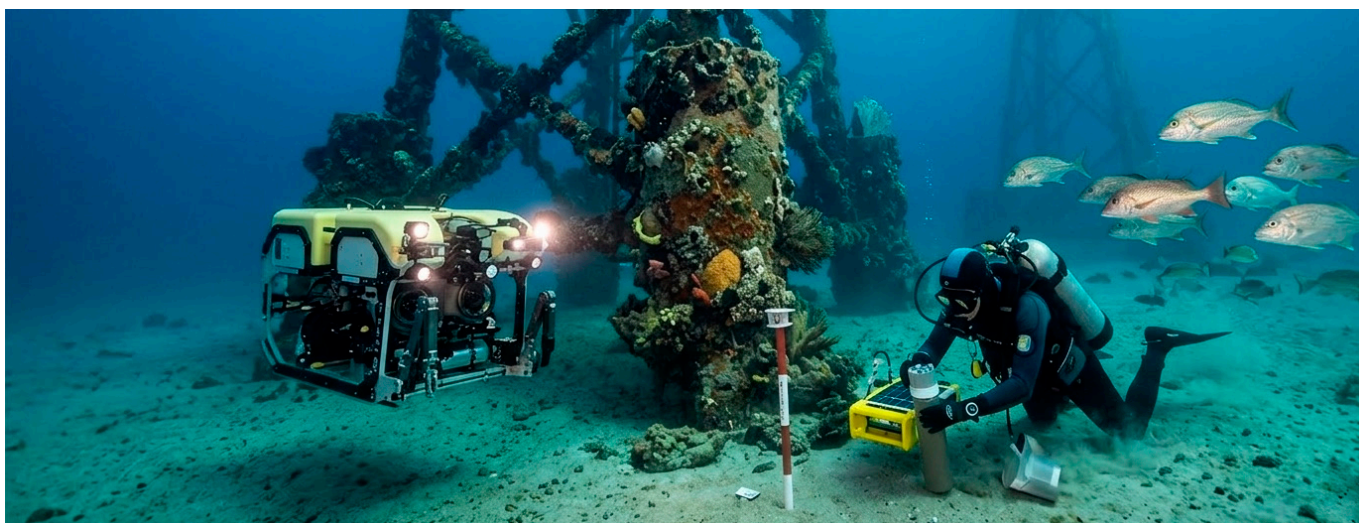


Figura 3 - Coleta de amostras subaquáticas busca preencher lacunas de conhecimento sobre as alterações na estrutura dos ecossistemas marinhos causadas por infraestruturas offshore. (Arte conceitual, gerada por IA.)

Destaca-se também a necessidade de coerência entre a escala dos instrumentos de planejamento utilizados e os objetivos propostos. Mapas como o de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, por exemplo, foram elaborados em escala nacional e, portanto, não são apropriados para a definição de setores específicos em escalas regionais. Ainda que devam ser considerados na avaliação da capacidade de suporte e na limitação da densidade de empreendimentos, esses instrumentos não devem, isoladamente, constituir impedimento absoluto à implantação de parques eólicos.



Figura 4 - A imagem ilustra a sobreposição de usos (pesca tradicional vs. energia renovável) que demanda um marco regulatório claro e governança espacial. (Arte conceitual, gerada por IA.)

Nesse sentido, propõe-se o desenvolvimento de uma abordagem incremental por meio de uma curva de aprendizado institucional e técnica, adotando-se análises de sensibilidade a partir dos empreendimentos já requeridos. A seleção de um conjunto reduzido de prismas-piloto, representativos da heterogeneidade fisiográfica e ecológica do litoral brasileiro, permitiria o avanço controlado da agenda eólica offshore. Tal abordagem possibilita, simultaneamente, a produção de conhecimento aplicado, o aperfeiçoamento dos marcos regulatórios e o fortalecimento do processo participativo em nível local, no âmbito dos Estudos de Impacto Ambiental.

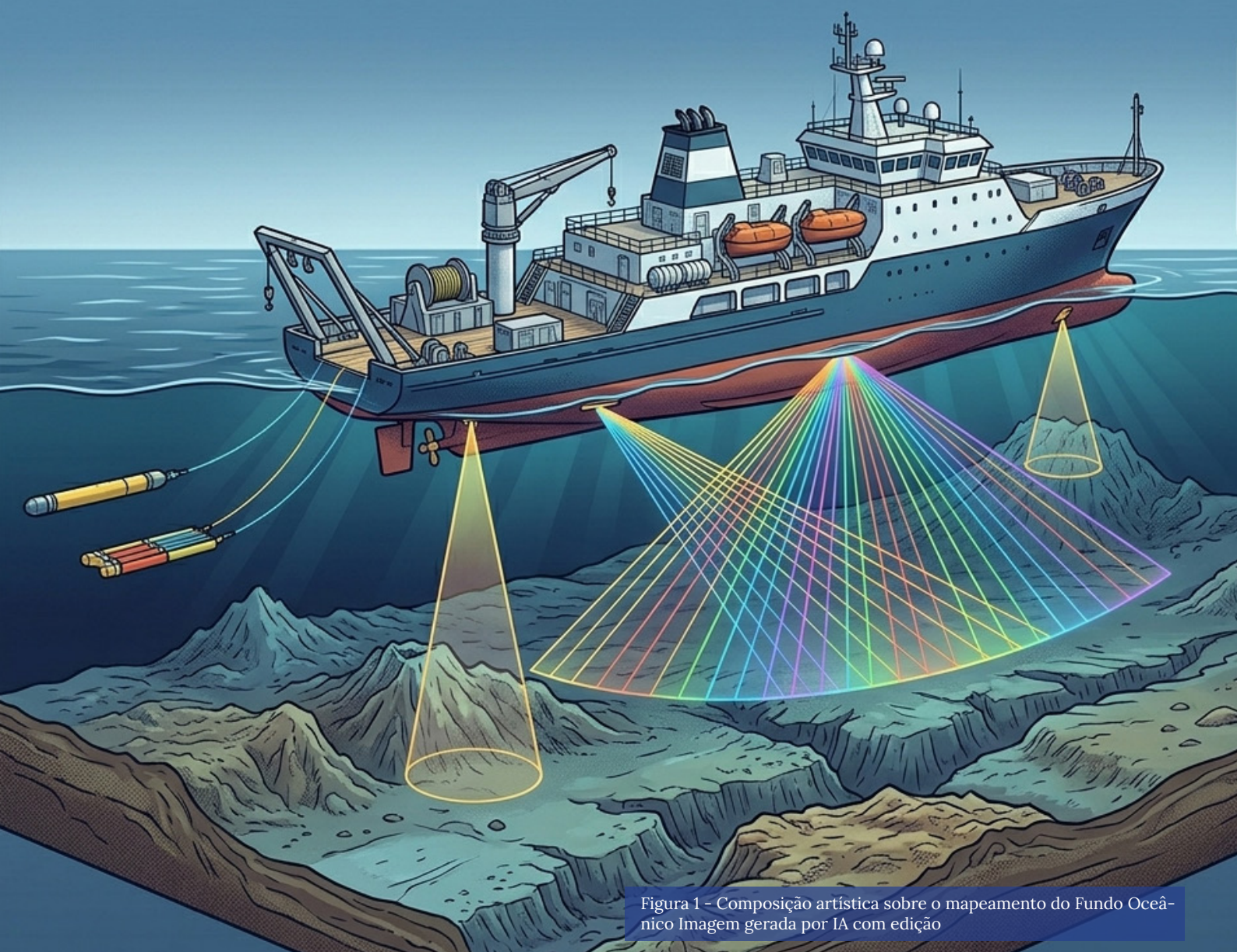


Figura 1 - Composição artística sobre o mapeamento do Fundo Oceânico Imagem gerada por IA com edição

Mapeando o Fundo do Mar na esquina do Brasil

Helenice Vital

Profa. Titular em Geologia Marinha da UFRN

Apesar de possuir uma vasta área marítima, o Brasil ainda conhece pouco sobre o relevo e a dinâmica do seu substrato marinho. Nesse contexto, a UFRN tem desempenhado papel fundamental ao integrar pesquisadores de diferentes áreas com o objetivo de gerar conhecimento sobre a margem equatorial brasileira, principalmente no mar adjacente ao Estado do Rio Grande do Norte.

Conhecer o relevo submarino é essencial para compreender o funcionamento dos ecossistemas marinhos e planejar o uso do espaço oceânico. Informações sobre profundidade, tipo de solo e dinâmica sedimentar são fundamentais para atividades como a instalação de cabos submarinos, construção de estruturas offshore, exploração de recursos minerais e elaboração de planos de contingência para acidentes ambientais.

Aproveitando o levantamento geológico do leito marinho, os dados de profundidade e da composição das fácies tornam possível a determinação de quais são e onde se localizam os diferentes habitats bentônicos, isto é, os ambientais cujas características físicas permitem sua colonização por diferentes associações de espécies, as quais irão estruturar distintos ecossistemas. Assim, além do diagnóstico do meio físico, também é possível gerar mapas das áreas com maior sensibilidade ambiental. Como, em geral, tais áreas possuem maiores níveis de produtividade biológica, estas se tornam importantes para algumas atividades extrativistas, como a pesca artesanal de comunidades litorâneas tradicionais.

No ambiente terrestre, grande parte dessas informações já está disponível em mapas detalhados. No oceano, porém, os dados ainda são escassos. Muitos dos mapas existentes foram produzidos a partir da interpolação entre medições pontuais de profundidade, o que resulta em representações com baixa resolução espacial.

Para superar esse desafio, temos como exemplo o **Projeto SeabedMap** (FINEP/MCTI/MB-SECIRM/SGB), executado pela UFRN em parceria com a UFC e IEPA, onde os pesquisadores têm desenvolvido novas metodologias capazes de mapear grandes áreas do fundo marinho de forma mais rápida e economicamente viável.

Satélites e sonares revelam o relevo submarino

Uma das técnicas utilizadas para mapear o fundo do mar é a chamada batimetria derivada de satélite. A partir de imagens multiespectrais, é possível estimar a profundidade em áreas rasas e produzir mapas batimétricos em grande escala (Fig 2a). Embora eficiente para levantamentos regionais, essa técnica apresenta limitações em águas mais profundas. Por isso, ela deve ser combinada com levantamentos acústicos realizados por navios oceanográficos equipados com sonar. Esses equipamentos emitem ondas sonoras em direção ao fundo do mar e permitem produzir mapas de alta resolução do relevo submarino (Fig. 2b).

Navios disponibilizados pela Marinha do Brasil e MCTI têm contribuído para ampliar significativamente o conhecimento sobre a margem continental, especialmente em áreas mais profundas como o talude, e ou de interesse para engenharia offshore, exploração mineral e conservação ambiental, entre outros.

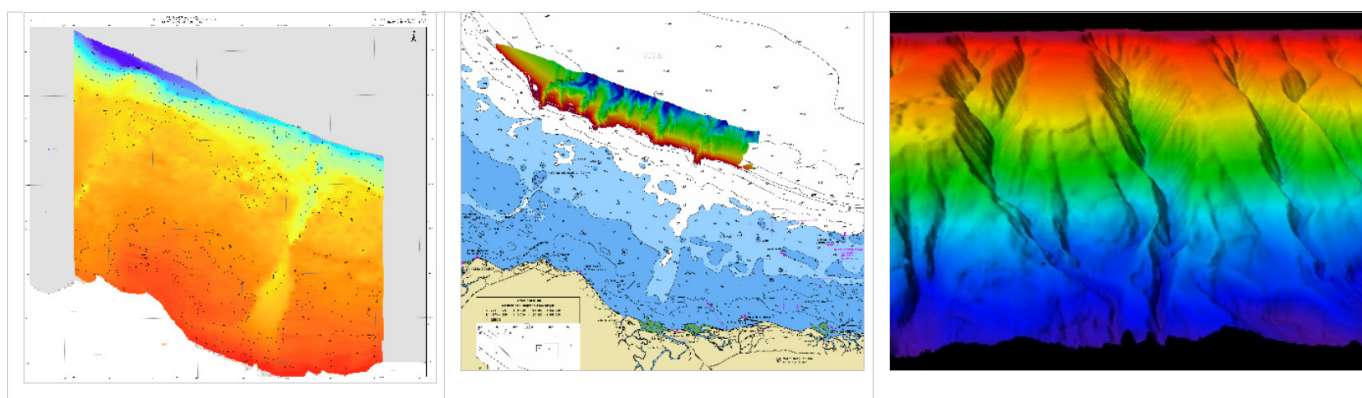


Figura 2 – Resultados. A) Mapa batimétrico na plataforma da região de Macau (RN) obtido a partir da integração de dados de satélite e levantamentos acústicos do fundo marinho, desde a linha de costa (cor vermelha) até a quebra da plataforma (~70 m, na cor azul); B) Batimetria multifeixe no talude da área Macau (profundidade de 100 m em vermelho a 1500 m em azul escuro), superposta a carta batimétrica com batimetria monofeixe (tons de azul e branco; continente em amarelo); C) Modelo Digital Batimétrico de cânions submarinos no talude adjacente a Touros (profundidade de 70 m, em vermelho, a 2500 m, em azul escuro).

Ciência para o futuro do oceano

Os levantamentos revelaram importantes feições geomorfológicas do fundo marinho, como cânions submarinos, platôs e estruturas associadas a processos erosivos e tectônicos (Fig. 2). Essas formações influenciam a dinâmica oceânica, favorecendo a circulação de águas profundas e a produtividade biológica das regiões costeiras.

Além dos avanços científicos, o projeto SeabedMap contribui para a formação de recursos humanos nas ciências do mar e está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Estudantes e jovens cientistas, prioritariamente da região da Margem Equatorial Brasileira, participam das expedições oceanográficas, processamento e análise de dados, adquirindo experiência em técnicas modernas de investigação marinha (Fig. 3). A participação equilibrada de homens e mulheres reforça o compromisso com a promoção da igualdade de oportunidades na ciência e no fortalecimento da pesquisa oceanográfica no Brasil, ampliando o conhecimento sobre o oceano e o uso sustentável de seus recursos.



Figura 3 – Formação de Recursos Humanos. Participantes da Expedição SeabedMap 2023 a bordo do NPqHo Vital de Oliveira.



Figura 4 - A) À esquerda, o uso de Veículos Autônomos Submarinos (AUVs) equipados com sonares multifeixe para a criação de modelos digitais detalhados do relevo oceânico. B) À direita, a representação da altimetria por satélite, técnica essencial para mapear grandes áreas oceânicas e identificar montes submarinos através das variações na superfície do mar.

Helenice Vital
Profa. Titular em Geologia Marinha
da UFRN
<https://www.ggemma-ufrn.com/>
@ggemmaufrn



Figura 1 - Composição artística sobre os minerais críticos. Imagem gerada por IA com edição.

Potencial de Minerais Críticos no Embasamento Cristalino Marítimo Brasileiro

Reneu Rodrigues da Silva, Geólogo, 18 de Março de 2026

O Brasil possui uma extensa margem continental, recoberta por bacias sedimentares de grande relevância econômica já bem exploradas pela indústria do petróleo (O&G). Sob essas bacias, encontra-se o embasamento, principalmente de crosta continental, cristalino, ainda pouco estudado quanto ao seu potencial mineral. Esse substrato de rochas ígneas e metamórficas pode hospedar mineralizações estratégicas, incluindo minerais críticos, essenciais para a transição energética e digital, demandante de baterias, painéis solares, aerogeradores, motores elétricos e outras tecnologias, e para a soberania mineral do país no longo prazo, além de finalidades militares globais e exploração espacial.

Minerais críticos, neste artigo, designa recursos minerais considerados primordiais no mercado global e com risco de escassez percebido. Entretanto, não há uma lista única aceita internacionalmente, mas diversidade e dinamismo de atualização conforme o desenvolvimento da humanidade dos países e blocos. Atualmente, numa perspectiva brasileira, estão incluídos minerais como níquel, cobalto, (elementos de) terras raras, lítio, nióbio, grafita, cobre, titânio e vanádio.

Pesquisar minerais críticos no embasamento a alguns quilômetros de profundidade, sotoposto a espessas camadas de rochas sedimentares, no ambiente marinho, com lâmina d'água de centenas de metros, pode parecer utópico ou até mesmo sem sentido científico, tecnológico, econômico e ambiental. Contudo, quando considerado um possível cenário de intensa demanda global que encontre restrições nos recursos minerais disponíveis onshore a sustentar novas tecnologias para a vida sustentável na Terra, e para o avanço da exploração espacial, podemos encontrar algumas justificativas plausíveis como: a) investir no conhecimento da geologia com foco no embasamento cristalino marinho; b) posicionar o Brasil como líder das iniciativas globais de exploração mineral offshore; c) aproveitar a oportunidade de grandes empresas operadoras do segmento de exploração e produção de petróleo que ainda desenvolvem atividades na margem continental brasileira com avançado conhecimento, capacidade técnica e operacional de geologia, geofísica e engenharia.

No início de 2026, uma Consulta Pública foi concluída pelo Ministério de Minas e Energia (MME) no âmbito do Plano Nacional de Mineração 2050 (PNM 2050) na qual uma contribuição foi feita e aceita para análise, ao sugerir a elaboração de um projeto de pesquisa de minerais críticos no embasamento cristalino marítimo. Tal Projeto teria como objetivo fundamental o reconhecimento e avaliação do potencial de minerais críticos, da atualidade e dos possíveis no futuro, que jazem no embasamento marítimo brasileiro. O potencial já reconhecido em crostas e nódulos polimetálicos na superfície do fundo oceânico não seria objetivo do Projeto.

Viabilidade do Projeto dependeria da formação de uma associação público-privada sob coordenação do MME (e órgãos vinculados) e Marinha do Brasil, com a participação de Universidades, centros de pesquisa e empresas. Basicamente, teria as seguintes etapas, conforme tabela a seguir:

Etapa	Descrição
Integração de dados	Uso de dados e informações geológicas, geoquímicas e geofísicas obtidos pela indústria de O&G.
Seleção de áreas-piloto	Identificação de locais com embasamento acessível e indícios de mineralização.
Sondagens	Perfurações (ou aprofundamento de poços existentes) de 100–300 m no embasamento, em posições estratégicas, aproveitando infraestrutura de O&G existente.
Caracterização	Análises mineralógicas e geoquímicas dos testemunhos e amostras obtidas; análises de perfis geofísicos.
Avaliações	Estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, visando exploração no longo prazo.

Nosso planeta é razoavelmente conhecido quanto aos recursos minerais disponíveis onshore, mas ainda pouco conhecido offshore. As demandas da atualidade não serão as demandas das próximas décadas, mas dependerão desses recursos. Assim como a exploração para O&G iniciou em terra e avançou para o mar, cada vez mais profundo, a exploração mineral também poderá evoluir assim aqui na Terra. Desafios gigantescos, de alta complexidade, foram vencidos para descobrir e produzir petróleo em águas ultra profundas em grandes profundidades, porque se tratava de

recurso vital, crítico, para a sociedade. Além disso, programas espaciais já visam mineração até na Lua. Por que não poderá ocorrer avanço análogo em superação de fronteiras com os recursos minerais, em especial com aqueles que são e que venham a ser críticos?

Com esse Projeto, no grupo de países pioneiros onde estão Japão, China e EUA, entre outros, o Brasil poderá assumir liderança destacada na exploração mineral oceânica visando um horizonte no longo prazo, além de 2050, quando reservas terrestres estarão mais escassas, e garantir recursos estratégicos para o futuro da humanidade, além da transição energética e digital, ao serem consideradas demandas aeroespaciais e de defesa.

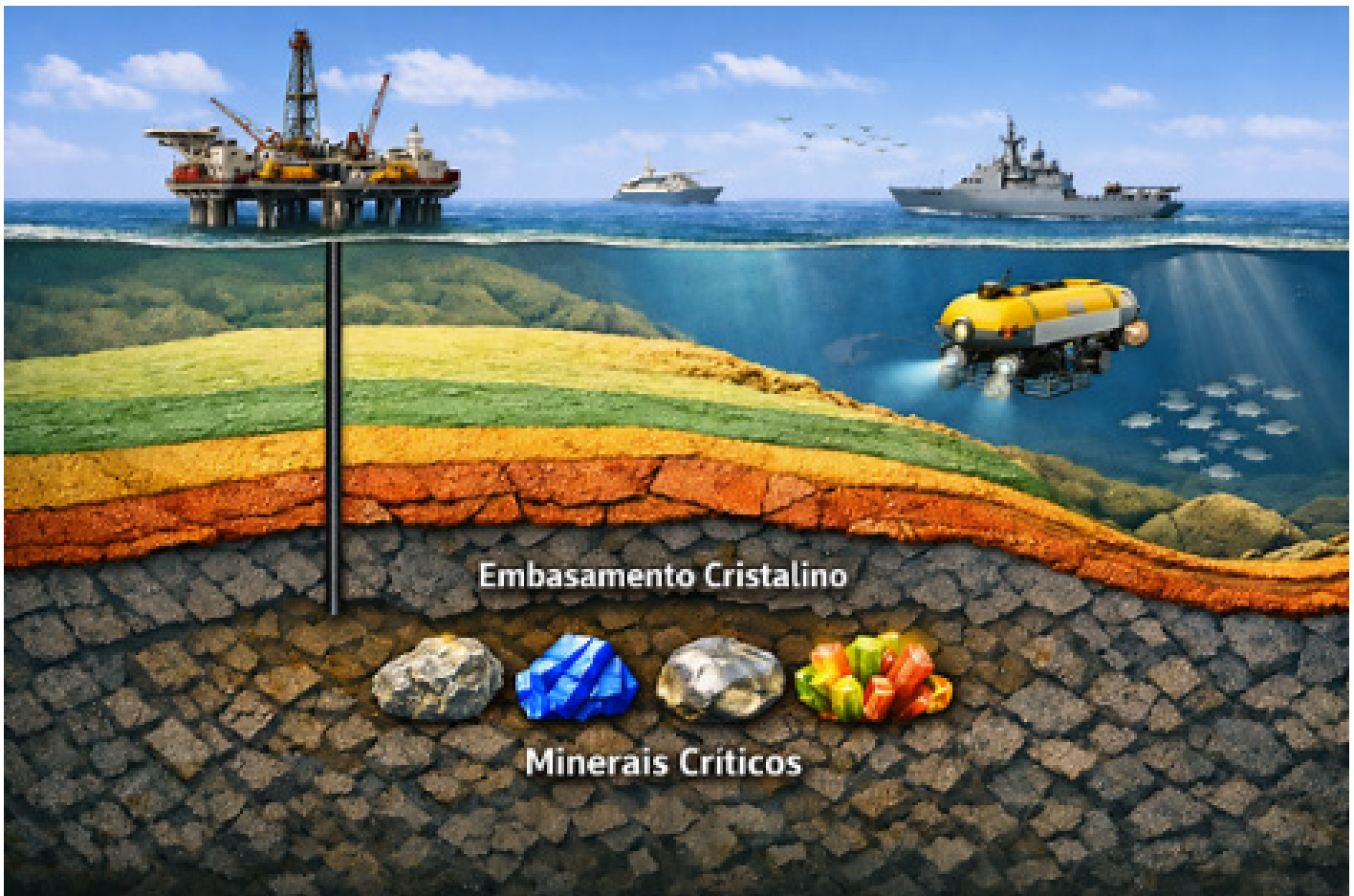


Figura 2 - Representação esquemática da pesquisa de minerais críticos por meio de poço perfurado até o embasamento cristalino no substrato de bacia sedimentar marítima.

Fontes:

1. O Brasil e o mar no século XXI: subsídios para o aproveitamento sustentável do mar brasileiro, 2022. Coord.: Moura Neto, J. S. e Azevedo, M. A. L.; Cap. V p. 151-191.
2. Plano Nacional de Mineração 2050, 2026. Ministério de Minas e Energia - Brasil.
3. Consultas Públicas. Ministério de Minas e Energia - Brasil, 2026. Disponível em: <https://consultas-publicas.mme.gov.br/home> . Acesso em 18 mar. 2026.
4. Minerais Críticos do Brasil: Guia para Investidores Estrangeiros, 2026. Ministério de Minas e Energia - Brasil.
5. Assistente de Inteligência Artificial, 2026. MICROSOFT COPILOT. Disponível em: <https://copilot.microsoft.com> . Acessos em 21 jan. a 17 mar. 2026.

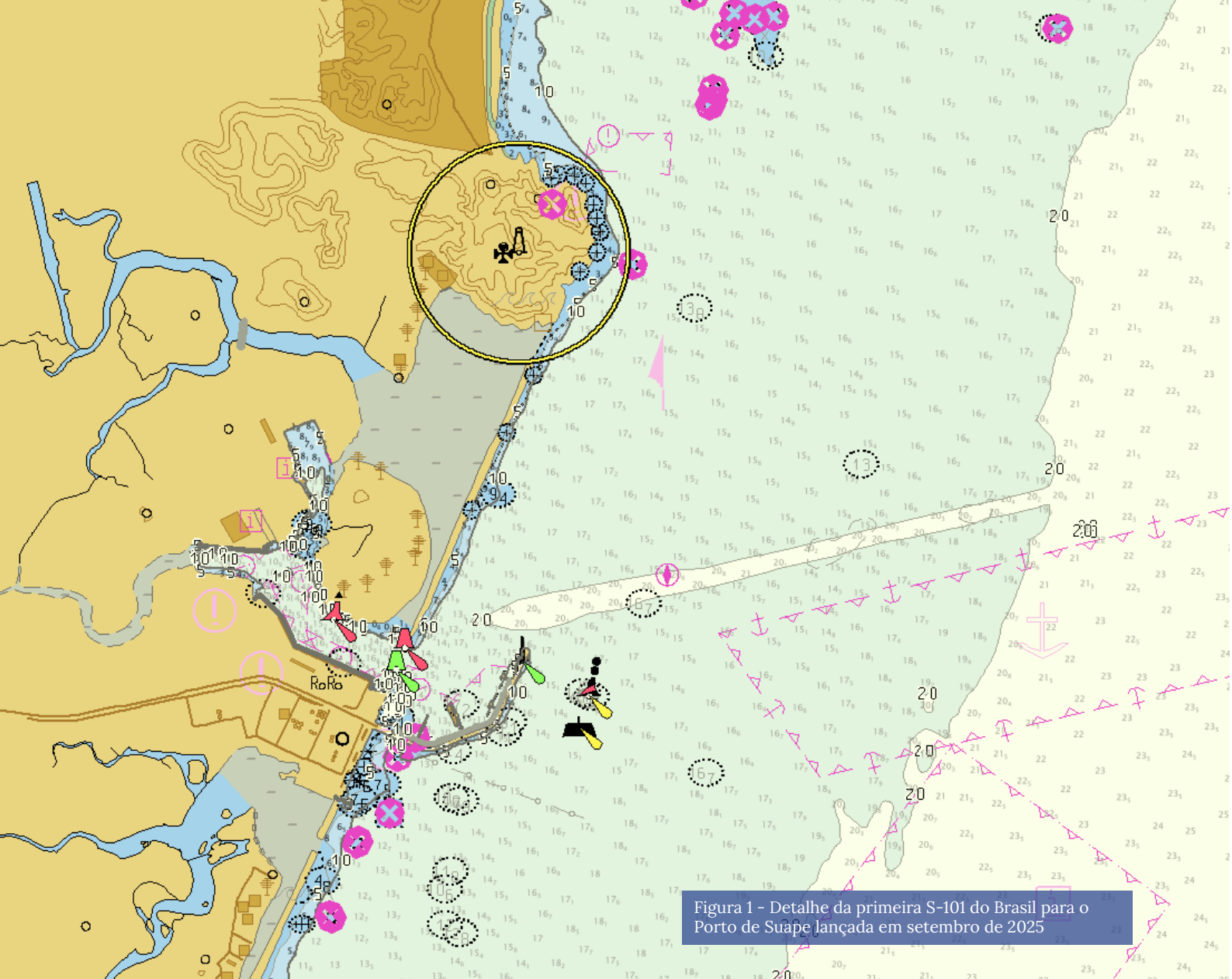


Figura 1 - Detalhe da primeira S-101 do Brasil para o Porto de Suape lançada em setembro de 2025

A Carta de Navegação Eletrônica do futuro chegou: uma introdução aos produtos S-100

Capitão de Mar e Guerra (RM1) Daniel Peixoto de Carvalho

Todos os dias, navios entram e saem dos portos com calados cada vez maiores, o que aumenta as restrições nas manobras e requer observações mais precisas das condições ambientais para controlar a folga abaixo da quilha. Há crescente interesse em navios autônomos que prometem ser o próximo game changer na indústria marítima. Em agosto de 2025, o CEMBRA promoveu a palestra “A próxima fronteira da Produção Cartográfica Náutica mundial: o modelo universal de dados hidrográficos S-100”. O modelo S-100 foi apresentado como a nova geração de cartas náuticas da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) para a implementação do conceito de e-Navigation em todo o mundo. O presente artigo tem o objetivo de aprofundar a apresentação anterior, detalhando os produtos S-100 e ampliando o entendimento sobre suas aplicações no transporte marítimo e nas operações portuárias, entre muitas outras ligadas ao mar.



Figura 2 - Equipe do CHM produzindo a primeira S-101 do Brasil.



Figura 3 - Demonstração da aplicação dos produtos do modelo S-100. (Inteligência Artificial)

Principais produtos do Modelo S-100

Todos os produtos do modelo S-100 são importantes para os usuários a quem se destinam, mas alguns são tão abrangentes que merecem destaque. A base para todos os demais produtos é a especificação S-101, Carta de Navegação Eletrônica, que é a única que pode ser considerada uma Carta S-100. Os demais produtos agregam informações geospaciais, mas não podem ser utilizados sem um S-101. O produto S-102, Superfície Batimétrica, fornece dados de profundidade em alta resolução espacial para navegação precisa em águas rasas e para a visualização tridimensional do relevo submarino, facilitando a segurança na navegação e o planejamento portuário dinâmico. O S-104, Informação do Nível do Mar para Navegação de Superfície, fornece dados digitais de marés e de variações do nível do mar, em tempo real ou previstos. Em conjunto, esses 3 produtos permitem que o ECDIS calcule a “folga dinâmica abaixo da quilha” fornecida pelo produto S-129, Gerenciamento da Folga Abaixo da Quilha, muito útil para a segurança da navegação em áreas de profundidade crítica. O S-111 fornece dados de velocidade e direção das correntes de superfície em formato de vetores georreferenciados, permitindo visualizar a deriva em tempo real, otimizando o consumo de combustível e aumentando a segurança, particularmente em manobras em águas restritas. Por último, destacam-se as Informações de Segurança Marítima ou ISM (Maritime Safety Information, MSI), estabelecidas na Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS, 1974), que incluem avisos de mau tempo, previsões meteorológicas, avisos-rádio náuticos e outras mensagens urgentes de segurança transmitidas aos navios. Os Avisos-Rádio Náuticos serão divulgados no produto S-124 (Navigational Warnings); os Avisos de Mau Tempo, no produto S-412 (Marine Weather Warnings). Ressalva-se que esses produtos não são oficialmente considerados ISM, mas o planejamento visa a que tenham o mesmo conteúdo. A diferença está na confiabilidade da transmissão: o navegante deve utilizar oficialmente as ISM transmitidas pelos canais reconhecidos pela IMO, em formato de texto, e aproveitar esses produtos como vantagem para visualizá-los em formato gráfico nos ECDIS.

Estas e muitas outras especificações de produtos estão em desenvolvimento em diferentes fases. Em 2020, a OHI estabeleceu o planejamento para a implementação dos produtos S-100 por meio do Roadmap for the S-100 Implementation Decade (2020 – 2030). Os produtos S-101 passarão, gradativamente, a substituir as ENC's S-57 atuais durante o período de produção em paralelo aos dois formatos (dual fuel). Por meio da resolução MSC.530(106) da IMO, em 2022, os países estabeleceram dois prazos: janeiro de 2026 para que os navios possam utilizar oficialmente os produtos S-101 e janeiro de 2029 para que todos os novos equipamentos ECDIS instalados a bordo sejam compatíveis com os produtos S-100. O planejamento da OHI foi ajustado para dividir o desenvolvimento dos produtos S-100 em fases, que, na versão mais recente de 2025, são três. A primeira fase abrange os produtos utilizados no monitoramento da navegação (route monitoring mode) mencionados no parágrafo anterior, exceto o S-412, que integra a segunda fase. Esta abrange os produtos utilizados no planejamento da navegação (route planning mode), cujo desenvolvimento está menos avançado. A terceira fase, introduzida em 2025, abrange apenas produtos planejados.

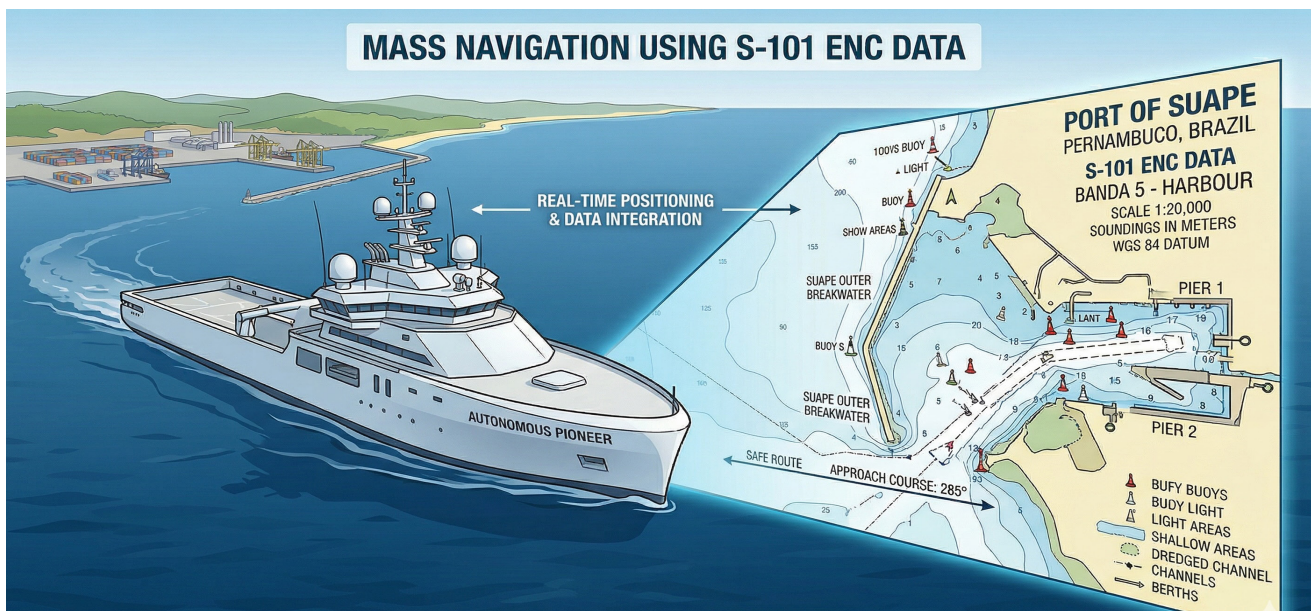


Figura 3 - Ilustração criada com auxílio de Inteligência Artificial

Conclusão

A nova geração de cartas de navegação eletrônica está cada vez mais próxima de se tornar realidade nos passadiços e nas estações de apoio marítimo em terra. O modelo S-100 trará novos auxílios ao navegante que não seriam possíveis nos produtos da consagrada especificação S-57, mas que têm limitações para se modernizar. A implementação de produtos S-100 é um desafio para as organizações internacionais que desenvolvem suas especificações, para os serviços hidrográficos nacionais que os produzirão e para os usuários que adquirirão equipamentos e se capacitarão para utilizá-los. Nesse ecossistema, participarão também centros de treinamento, instrutores, desenvolvedores de software e fabricantes de equipamentos. É um cenário desafiador, mas muito promissor para a disponibilidade de serviços marítimos digitais nos ECDIS e, em última análise, promoverá um grande avanço na consciência situacional marítima.

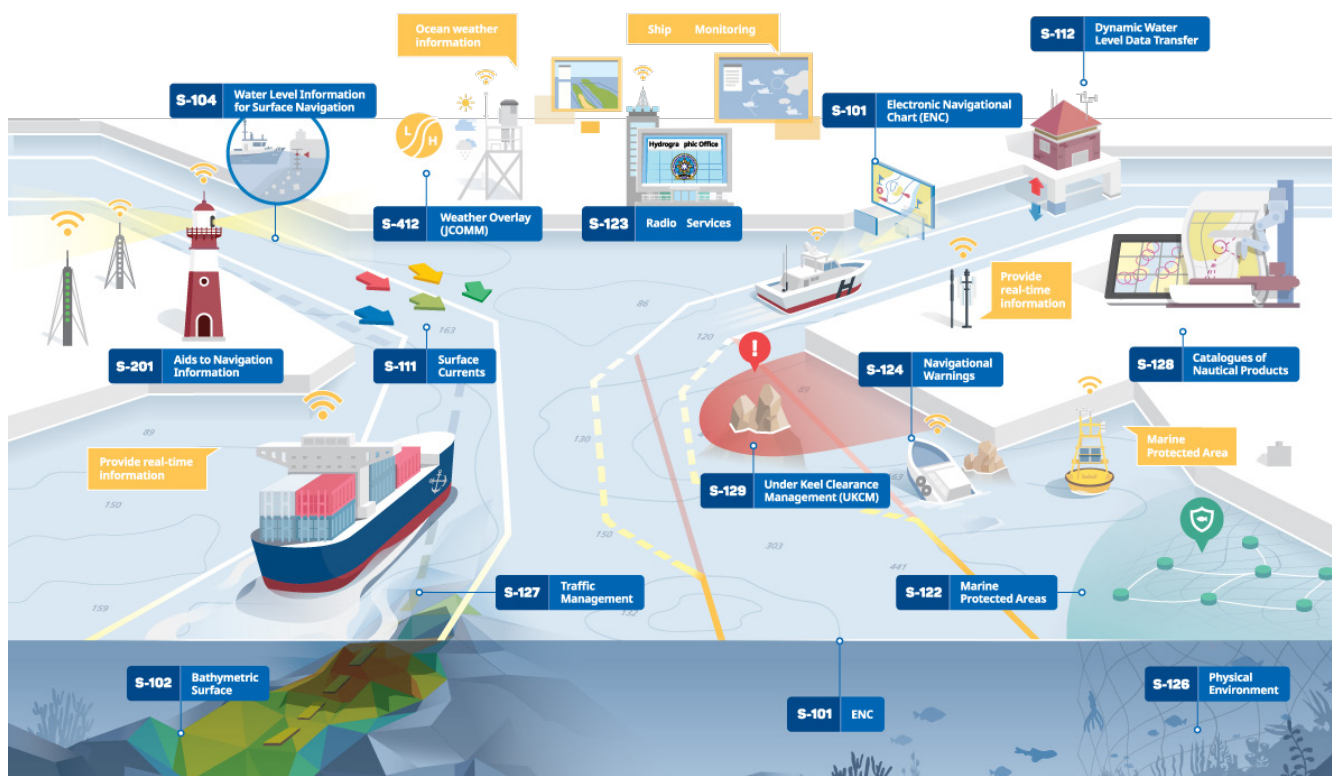


Figura 4 - Exemplos do produtos S-100 elaborado pelo Serviço Hidrográfico da Coreia do Sul



Figura 1 - Atividades da DHN
Imagem: Diretoria de Hidrografia e Navegação

Serviço Meteorológico Marinho: Segurança Marítima Internacional na Amazônia Azul

Capitão de Mar e Guerra (RM1) Daniel Peixoto de Carvalho
Capitão-Tenente (T) Diego Pedroso

“**Securite.** Warning NR 82/2026. Special Warning - Estimated maximum sustained winds Force 7 with gusts Force 8, rough/very rough sea associated.” Se o leitor fosse o Comandante de um navio de cruzeiro de 250 mil toneladas, 20 conveses e com 9.950 pessoas a bordo – capacidade máxima do maior navio de cruzeiro da atualidade e se estivesse navegando na área de atuação do ciclone subtropical “Caiobá” na costa brasileira, acompanharia as informações meteorológicas com ainda mais atenção. Esse aviso de mau tempo foi emitido pelo Serviço Meteorológico Marinho, operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha, no dia 2 de março de 2026. O previsor do tempo, Oficial Meteorologista da Marinha e líder da sua equipe de seis militares de serviço naquele dia, garantiu que os navegantes na área de responsabilidade do Brasil soubessem com mais de 72 horas de antecedência, desde a emissão do Aviso NR 63/2026 de “possível formação de ciclone subtropical” em 26 de fevereiro, e desviassem seus rumos. As vidas de marinheiros de todas as nacionalidades e suas embarcações foram protegidas pelo Estado Brasileiro.

Compromisso Internacional assumido pelo Brasil

O Brasil é um Estado-Membro da Organização Marítima Internacional, IMO na sigla em inglês, e signatário da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS). Esse acordo internacional adveio de um processo de evolução regulatória que se iniciou após a colisão do RMS Titanic com um iceberg, na noite de 14 de abril de 1912, e seu afundamento na madrugada seguinte. Até então, não havia um padrão internacional unificado para a segurança da navegação. Nesse caso, o número de botes salva-vidas a bordo era baseado no tamanho do navio, em vez do número de pessoas a bordo, além de outros recursos de segurança que hoje são padronizados em todo o mundo. Em janeiro de 1914, foi assinada a primeira SOLAS, que foi aperfeiçoada ao longos dos anos, e recebeu o formato atual em 1º de novembro de 1974 com suas subseqüentes modificações. Entre as responsabilidades que assumiu perante a Comunidade Marítima Internacional, o Brasil produz informações de segurança marítima (ISM), que são definidas como os avisos de mau tempo, previsões meteorológicas, avisos-rádio náuticos e outras informações urgentes relacionadas com a busca e salvamento no mar, que são produzidas e transmitidas por serviços muito especializados e dedicados da Marinha do Brasil.

Os avisos de mau tempo e previsões meteorológicas cabem ao Serviço Meteorológico Marinho brasileiro, a cargo da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). O endereço eletrônico do CHM, disponível em <https://www.marinha.mil.br/chm/>, é um hub para fornecimento de produtos e serviços voltados à segurança da navegação e ao apoio às atividades marítimas. Entre os principais produtos estão os avisos de mau tempo associados às condições adversas de vento, mar agitado, ressaca e baixa visibilidade, além dos avisos especiais, associados a ciclones tropicais e subtropicais. Essas informações são fundamentais tanto para embarcações nacionais quanto estrangeiras que transitam pelas áreas costeiras e oceânicas de responsabilidade do país, chamada de METAREA V, cuja extensão de mais de 12 milhões de km² é cerca de uma vez e meia maior que o território brasileiro. O acesso

Serviço Meteorológico Marinho

AVISO ESPECIAL

Emitido em 02/03/2026.

Tempestade Subtropical Caiobá

RAJADAS DE VENTO Área SUL OCEÂNICA	Início: 02/mar (10:00h) Fim: 03/mar (09:00h)	75 km/h
MAR AGITADO Área SUL OCEÂNICA	Início: 02/mar (10:00h) Fim: 03/mar (09:00h)	5,0 metros

Alerta-se aos navegantes que consultem os avisos de mau tempo antes de se fazerem ao mar. Acesse os canais da Marinha: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-avisos-de-mau-tempo/avisos-de-mau-tempo> | <https://www.facebook.com/servicometeorologicomb/>

Figura 2 - O Serviço Meteorológico Marinho emite aviso especial para a Tempestade Subtropical Caiobá. Atenção redobrada para rajadas de vento de até 75 km/h e mar agitado na Área Sul Oceânica.



Figura 3 - Equipe técnica realizando a manutenção e calibração de boia oceanográfica para monitoramento de dados meteoceanográficos.

dos navegantes às informações ocorre por múltiplos canais, garantindo ampla cobertura e confiabilidade nas quais se destacam os sistemas internacionais de difusão via satélite, como o Inmarsat SafetyNet II e o Iridium SafetyCast, ambos integrantes do sistema internacional GMDSS, que transmitem automaticamente os avisos e as previsões meteorológicas para navios equipados com o receptor. Além disso, o CHM disponibiliza informações adicionais por meio de seu site oficial na internet, aplicativos para celular e computadores (PAM e Boletim ao Mar) e transmissões via rádio (VHF), assegurando que diferentes perfis de usuários, desde grandes navios mercantes até pequenos pescadores e navegantes de esporte e lazer possam acessar as informações de forma rápida e eficiente, independentemente de sua localização na METAREA V.

CONCLUSÃO

O SMM é um serviço fundamental para os navegantes na costa brasileira, sejam eles brasileiros ou estrangeiros. O compromisso internacional assumido pelo Brasil, como signatário da Convenção SOLAS, é cumprido integralmente sem cobranças aos usuários e aumentando a segurança por meio da divulgação de avisos de mau tempo e previsões meteorológicas, que contribui para reduzir o custo do frete marítimo. Os investimentos no SMM superam com folga eventuais custos com acidentes e, principalmente, protege as vidas dos navegantes. Confie nos produtos e serviços do SMM quando se fizer ao mar.



Figura 4 - Visão das delimitações globais com destaque para a METAREA V, setor onde o Brasil atua na salvaguarda da vida humana no mar.



Figura 1 - A aquicultura marinha como pilar fundamental para o uso sustentável dos recursos oceânicos e a segurança alimentar.
Imagem: Freeepik

A hora e a vez da Maricultura

Ronaldo O. Cavalli

Professor Titular – Instituto de Oceanografia, FURG, Rio Grande, RS

Da mesma forma que a agricultura é o cultivo de plantas terrestres e a pecuária, a criação de animais domésticos, a aquicultura se ocupa da produção de animais e plantas aquáticas, sejam eles peixes (piscicultura), crustáceos (carcinicultura), moluscos (malacocultura), ou algas (algicultura). Assim como a agricultura substituiu a coleta de frutas, legumes e grãos e a pecuária tomou o lugar da caça, há quase uma década a aquicultura substituiu a pesca de captura como principal provedor de pescado consumido pelo homem. Esse quadro é irreversível. Estima-se que, em 2030, dois terços do pescado disponível para consumo humano virá da aquicultura.

A aquicultura, porém, vai muito além da produção do pescado como alimento. Muitas das espécies produzidas nas fazendas aquícolas são de interesse das indústrias médico-farmacêutica e de cosméticos, além de serem usadas no tratamento de águas e efluentes, e na produção de biocombustíveis. Técnicas de aquicultura também vem sendo aplicadas na restauração e/ou criação de habitats mais saudáveis, assim como na proteção de ambientes costeiros, no repovoamento de mares para recuperação de populações naturais e na manutenção de estoques genéticos de espécies ameaçadas de extinção.

Embora há muito tempo o Brasil seja considerado um dos países com maior potencial para a aquicultura, foi somente nos últimos anos que a produção finalmente decolou. Na última década, a produção brasileira passou de um pouco mais de 400 mil t para cerca de um milhão de t. Esse crescimento, porém, está ancorado na criação de peixes de água doce (Figura 1).

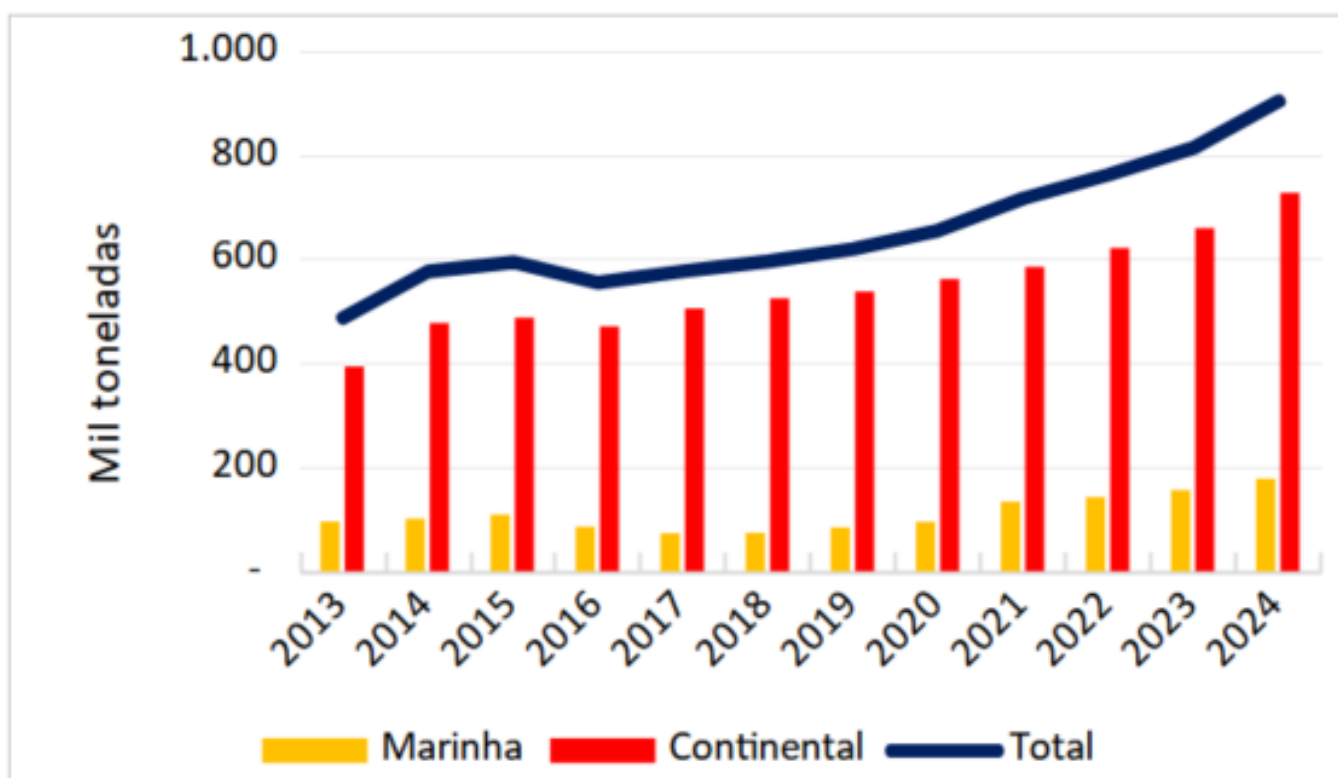


Figura 2 - Produção da aquicultura brasileira no período de 2013 a 2024, destacando a aquicultura marinha e continental (IBGE 2026)

Mesmo com todo esse crescimento, a produção da aquicultura não tem sido suficiente para atender à demanda nacional por pescado, o que resulta em um déficit na balança comercial que tem variado entre US\$ 600 milhões e US\$ 1,3 bilhão por ano. Assim, a necessidade de incrementar, ainda mais, a produção de pescado e a crescente preocupação com a escassez de água doce tornam estratégico o desenvolvimento da aquicultura marinha, ou maricultura.



Figura 3 - A diversidade da nossa pesca é o reflexo da abundância da Amazônia Azul, um patrimônio que alimenta e impulsiona o Brasil. (Arte conceitual, gerada por IA.)”

O Brasil é rico em recursos naturais, possui uma vasta área marinha, e um grande mercado doméstico, além do conhecimento necessário para amparar o crescimento de uma indústria aquícola sustentável. Ao mesmo tempo, é um país heterogêneo e soluções adequadas para uma região ou local podem não ser apropriadas para outras. Portanto, os sistemas de produção e as políticas públicas devem levar em consideração a diversidade de problemas e soluções, mas sempre tendo a sustentabilidade como princípio norteador. A diversificação das espécies produzidas e dos sistemas de produção é fundamental para a estabilidade e resiliência da atividade. Nosso grande desafio é, sem dúvida, desenvolver uma maricultura que seja ambiental, social e financeiramente equilibrada e que otimize a eficiência produtiva por meio de inovações tecnológicas, distribua a riqueza de forma equitativa e mantenha o funcionamento saudável dos ecossistemas marinhos e costeiros. Sistemas de produção integrados, uso mais eficiente e valorização dos resíduos do processamento e a integração com a agricultura ou iniciativas de ecoturismo podem ser caminhos viáveis. O desafio para a maricultura brasileira é desenvolver sistemas de produção verdadeiramente sustentáveis para manter uma indústria perene e rentável. O futuro dependerá da vontade e da capacidade de cientistas, produtores e tomadores de decisão trabalharem juntos, tendo esses desafios em mente. Antes, porém, será necessário reconhecer o gigantesco potencial que a maricultura representa em termos de geração de postos de trabalho, renda, serviços, produtos e alimentos de altíssima qualidade.



Figura 4 - A eficiência da Economia Azul depende de uma cadeia produtiva conectada, que vai do manejo sustentável em alto-mar até a logística de distribuição de alta precisão. (Arte conceitual, gerada por IA.)”



Figura 1 - Pesquisadora na Antártica e alunos aprendendo sobre a Amazônia Azul.
Imagem gerada por IA, Gemini

O Mar em Foco: Como a Experiência Polar Inspira a Educação e a Preservação da Amazônia Azul

Thais Failache Ribeiro Pileggi

Bióloga, Pedagoga e Educadora. Atualmente, é Coordenadora Nacional do Programa Escola Azul (UNESCO) e integrante do projeto Com-ANTAR¹ (PROANTAR).

Minha experiência na XLIV OPERANTAR², na vastidão antártica, revelou a magnitude inquestionável do oceano. Ali, presenciei em primeira mão como o ambiente marinho conecta, regula e sustenta nosso planeta, evidenciando a criticidade de sua proteção para a resiliência global e, conseqüentemente, para os interesses nacionais.

Essa profunda conexão com o ambiente marinho impulsionou uma reflexão sobre a urgência da comunicação científica. É imperativo transcender a complexidade dos dados acadêmicos, traduzindo-os para a sociedade em geral e, notadamente, para o ambiente escolar, onde materiais didáticos frequentemente carecem de conteúdo acessível e contextualizado. Nesse cenário, iniciativas como o projeto Com-Antar, do qual sou integrante, assumem um papel crucial. Nosso foco é a comunicação pública e a popularização da ciência e do engajamento social em torno das pesquisas do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), “traduzindo” a ciência antártica e oceânica para uma linguagem que ressoa com o público, especialmente no contexto educacional. Ao compreenderem o papel vital do oceano na regulação climática global e na sustentação de ecossistemas complexos, a percepção se transforma: o mar deixa de ser um corpo d’água distante para se tornar parte intrínseca de nossa identidade nacional e responsabilidade estratégica.

1 - Com-ANTAR é um projeto de comunicação pública da ciência e educação, liderado pela UNIFESP, que populariza os resultados das pesquisas brasileiras na Antártica.

2 - XLIV OPERANTAR (44ª Operação Antártica) é a missão logística e científica conduzida pela Marinha do Brasil, realizada no verão austral, para apoiar o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)

Essa mudança de percepção é fundamental ao direcionarmos nosso olhar para a Amazônia Azul. Muitos cidadãos, incluindo as novas gerações, desconhecem que o Brasil detém uma das maiores e mais estratégicas áreas marítimas do mundo, um vetor vital para nossa economia, segurança energética, pesquisa científica e soberania. A conscientização sobre essa riqueza intrínseca é o catalisador para o desenvolvimento de um senso de pertencimento e de responsabilidade essencial.

Para consolidar esse pertencimento e cuidado, minha atuação na iniciativa Escola Azul representa uma extensão natural e estratégica dessa missão. Através do Currículo Azul, sua espinha dorsal, a Escola Azul vai além da mera transmissão de informações, propondo um arcabouço educacional robusto que visa desenvolver nos estudantes uma compreensão clara da importância do oceano em nossas vidas e como nossas ações o afetam. Essa abordagem transformadora muda perspectivas e forma cidadãos que percebem o mar não como uma simples fronteira, mas como um patrimônio estratégico a ser preservado. Nesse esforço de cultivar uma geração consciente do valor do mar, a Marinha do Brasil surge como uma parceira estratégica e indispensável. Seus membros dedicam a vida à proteção de nossas águas, e seu papel é insubstituível, como demonstrado no apoio essencial a missões científicas em ambientes desafiadores como a Antártica. No âmbito educacional, a Marinha atua como um pilar fundamental em iniciativas como a Escola Azul, assegurando que seu legado se traduza em uma cultura nacional de valorização marítima.



Figura 2: Professora Thais Pileggi em campo na XLIV OPERANTAR



Figura 3: Navio Polar Alte. Maximiano (H-41) durante a missão na XLIV OPERANTAR

Essa parceria educacional estabelece uma compreensão mais profunda: ao discernir que o comércio, as riquezas energéticas e a própria regulação climática do planeta dependem intrinsecamente do mar, o estudante passa a enxergar a Marinha com uma perspectiva ampliada. Ela se revela não apenas como força de defesa, mas como a guardiã essencial de um território vital para o nosso futuro e a continuidade de programas estratégicos como o PROANTAR.

Assim, a educação para a Amazônia Azul, aliada a uma comunicação científica eficaz, como a que busco promover no Com-Antar, transcende o ambiente da sala de aula para se tornar um pilar fundamental da soberania nacional, atuando de forma preventiva e com impacto duradouro. Na Antártica, absorvi a lição da interconexão de todos os sistemas: gelo, oceano, atmosfera, vida. No campo da educação e comunicação, compreendi que o conhecimento articulado gera consciência, e a consciência, por sua vez, é a base para uma proteção efetiva e estratégica.

Essa compreensão, forjada nas geleiras antárticas e solidificada nas salas de aula, reforça a convicção de que a missão de defender os interesses do Brasil no mar passa, decisivamente, pela excelência na educação e na comunicação científica. A tradição naval da Marinha do Brasil encontra na educação e na divulgação científica uma poderosa aliada para projetar seu legado de honra, dever e estratégia para as próximas gerações, consolidando o Mar Brasileiro como um ativo nacional inestimável.



Figura 4: Geleira



Figura 5: Iceberg em frente a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF)



Figura 6: Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF)

Expediente

Coordenador Executivo do Cembra
Almirante de Esquadra (Ref) Eduardo Bacellar Leal Ferreira

Parceiros Fundadores

Marinha do Brasil
Vice-Almirante Ricardo Jaques Ferreira e
Suplente: Capitão de Mar e Guerra Fabio Santana Sobrinho

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da
Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ)
Prof. Dr. Carlos Antônio Levi da Conceição e
Suplente: Prof. Dr. Paulo de Tarso Themistocles Esperança

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Prof. Dr. Gonzalo Velasco Canziani e
Suplente: Profa. Dra. Cleuza Maria Sobral Dias

Parceiros Estratégicos

Fundação de Estudos do Mar (FEMAR)
Almirante de Esquadra (RM1) Marcelo Francisco Campos e
Suplente: Vice-Almirante (RM1) Jayme Teixeira Pinto Filho.

Universidade Federal Fluminense (UFF)
Prof. Dr. Sidney Luiz de Matos Mello

Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM)
Vice-Almirante (RM1) Alfredo Martins Muradas e
Suplente: Contra-Almirante (EN) Marcos Fricks Cavalcante

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Prof. Dr. Maamar El-Robrini

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Profa. Dra. Helenice Vital
Suplente: Prof. Dr. Jorge Eduardo Lins Oliveira

Especialistas

Almirante de Esquadra (Ref.) Marcos Augusto Leal de Azevedo
Vice-Almirante (Ref.) Luiz Philippe da Costa Fernandes
Prof. Dr. Carlos Augusto Feu Alvim da Silva
Vice-Almirante (Ref.) Lucio Franco de Sá Fernandes
Contra-Almirante (RM1) Marcos Lourenço de Almeida
Capitão de Fragata (Ref.) Basilio Vasconcellos Dagnino
Profª. Dra Cintia Miyaji

Secretário e Secretária
Capitão de Mar e Guerra (RM1) Frederico Antonio Saraiva Nogueira
Capitão de Mar e Guerra (RM1-T) Giovana Araujo Siqueira Costa

Assessoria de Comunicação Social

Projeto Gráfico
Terceiro-Sargento (PL) Caio Cesar Paiva Lima

Agenda

- 02FEV - Aniversário da DHN
- 01MAR - Aniversário da Coppe/UFRJ
- 23MAR - Dia Meteorológico Mundial
- 31MAI - Aniversário da Femar
- 01ABR - Aniversário da DGDNTM
- 08JUN - Dia Mundial dos Oceanos
- 11JUN - Dia da Marinha do Brasil
- 07JUL - Aniversário do Ingresso da Mulher nas Fileiras da MB
- 20AGO - Aniversário da FURG
- 27AGO - Aniversário do Cembra
- 07SET - Aniversário da UFRJ
- 28SET - Dia do Hidrógrafo
- 16NOV - Dia da Amazônia Azul
- 13DEZ - Dia do Marinheiro
- 18DEZ - Aniversário da UFF

Créditos de imagem

Agência Marinha de Notícias
Envato Elements
Flikr Marinha do Brasil
Freepik

