

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC FELIPE GABRIEL SABROZA JOSÉ

PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO:

**A importância dos dados hidrográficos no PEM da região sudeste
do Brasil.**

Rio de Janeiro

2025

CC FELIPE GABRIEL SABROZA JOSÉ

PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO:

**A importância dos dados hidrográficos no PEM da região sudeste
do Brasil.**

Dissertação apresentada à Escola de
Guerra Naval, como requisito parcial para
conclusão do Curso de Estado-Maior para
Oficiais Superiores.

Orientador: CMG (RM1-IM) CLÁUDIO
CORRÊA

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2025

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Capitão de Mar e Guerra (RM1-IM) Cláudio Rodrigues Corrêa, expresso minha mais profunda gratidão. Sua orientação segura, paciência e questionamentos perspicazes foram fundamentais para a condução deste trabalho, desde a delimitação do tema até a sua conclusão. Seus ensinamentos foram essenciais para o meu amadurecimento como pesquisador.

Agradeço imensamente aos especialistas que generosamente cederam seu tempo e conhecimento para a realização desta pesquisa. As percepções e a experiência do Capitão de Fragata Carlos Daniel Sodrê Vieira (SECIRM), do Capitão de Corveta Ivan Bodra Guimarães (CHM) e do Capitão de Mar e Guerra (RM1) Alexandre Rocha Violante foram a base que permitiu confrontar a teoria com a realidade, enriquecendo imensuravelmente a análise aqui apresentada.

Dedico um agradecimento especial à minha amada esposa, por todo o amor, apoio incondicional e compreensão durante a intensa jornada do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Sua força foi meu alicerce. Ao meu filho, que foi minha maior fonte de alegria e motivação, renovando minhas energias nos momentos de maior desafio.

RESUMO

A presente dissertação investiga a integração de dados hidrográficos no Planejamento Espacial Marinho (PEM) como ferramenta para otimizar a gestão do espaço marinho da Região Sudeste do Brasil, tendo como recorte temporal a década de 2015 a 2025, período de consolidação do PEM como política de Estado. O objetivo geral deste trabalho foi investigar a aplicação desses dados no PEM para aprimorar a gestão da zona marítima brasileira. Para tal, adotou-se uma abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas semiestruturadas com especialistas de três vértices estratégicos: o da governança (SECIRM), o da produção de dados (CHM) e o da análise acadêmica (pesquisador experto). Os resultados confirmam a hipótese de que a integração de dados hidrográficos permite uma melhor delimitação de áreas para múltiplos usos, sendo um pilar para a gestão baseada em ecossistemas. A pesquisa demonstrou a evolução do dado hidrográfico para além da segurança da navegação, potencializado pela transição ao padrão S-100. Contudo, concluiu-se que as principais barreiras à sua plena utilização são de governança, destacando-se três desafios críticos: a primazia da articulação política, exemplificada pelo debate sobre a "principalidade" da Defesa Nacional; a fragmentação e a dificuldade de padronização dos dados; e uma lacuna na produção de análises que aprisiona o PEM em um modelo reativo de mediação de conflitos, limitando seu potencial proativo de criar sinergias para a Economia Azul. Adicionalmente, a pesquisa revelou uma convergência na visão de futuro dos especialistas, que apontam para os Gêmeos Digitais do Oceano (DTO) como o horizonte estratégico para o qual a atual infraestrutura de dados serve de alicerce. A superação dos desafios de governança é, portanto, o fator determinante para transformar o potencial dos dados hidrográficos em uma gestão efetivamente otimizada e soberana do espaço marinho brasileiro.

Palavras-chave: Planejamento Espacial Marinho. Dados Hidrográficos. Governança Marítima. Amazônia Azul. Região Sudeste. S-100. Gêmeos Digitais do Oceano. Gestão do Espaço Marinho.

ABSTRACT

Marine Spatial Planning: The importance of hydrographic data in the MSP for the southeast region of Brazil

This dissertation investigates the integration of hydrographic data into Marine Spatial Planning (MSP) as a tool to optimize the management of the marine space in the Southeast Region of Brazil, focusing on the 2015-2025 timeframe, a period of MSP's consolidation as a state policy. The general objective was to investigate the application of this data in MSP to enhance the management of the Brazilian maritime zone. To this end, a qualitative approach was adopted, based on a literature review, documentary analysis, and semi-structured interviews with experts from three strategic vertices: governance (SECIRM), data production (CHM), and academic analysis (expert researcher). The results confirm the hypothesis that the integration of hydrographic data allows for a better delimitation of areas for multiple uses, serving as a pillar for ecosystem-based management. The research demonstrated the evolution of hydrographic data beyond the safety of navigation, a potential enhanced by the transition to the S-100 standard. However, it was concluded that the main barriers to its full utilization are governance-related, highlighting three critical challenges: the primacy of political articulation, exemplified by the debate on the "principality" of National Defense; the fragmentation and difficulty in data standardization; and a gap in the production of analyses that traps MSP in a reactive model of conflict mediation, limiting its proactive potential to create synergies for the Blue Economy. Additionally, the research revealed a convergence in the experts' future vision, which points to Digital Twins of the Ocean (DTOs) as the strategic horizon for which the current data infrastructure serves as a foundation. Overcoming these governance challenges is, therefore, the determining factor in transforming the potential of hydrographic data into an effectively optimized and sovereign management of the Brazilian marine space.

Keywords: Marine Spatial Planning. Hydrographic Data. Maritime Governance. Blue Amazon. Southeast Region. S-100. Digital Twins of the Ocean. Marine Space Management.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAE	–	Avaliação Ambiental Estratégica
AUV	–	<i>Autonomous underwater vehicle</i> (Veículos Submarinos Autônomos)
BNDES	–	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPI	–	Índice de Posição Batimétrica
CHM	–	Centro de Hidrografia da Marinha
CIRM	–	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CONGEL	–	Comissão Nacional de Geoinformação
DHN	–	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DTO	–	Gêmeos Digitais do Oceano (<i>Digital Twins of the Ocean</i>)
EBM	–	<i>Ecosystem-Based Management</i> (Gestão Baseada em Ecossistemas)
ECDIS	–	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
ENC	–	<i>Electronic Navigational Charts</i> - Cartas Náuticas Eletrônicas
FAIR	–	<i>Findable, Accessible, Interoperable and Reusable</i> (Encontráveis, Acessíveis, Interoperáveis e Reutilizáveis)
FGV	–	Fundação Getúlio Vargas
FUNBIO	–	Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
FUNPEC	–	Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura
GEF Mar	–	Projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas
GERCO	–	Gerenciamento Costeiro
IA	–	Inteligência Artificial

ICZM	–	Gestão Costeira Integrada (<i>Integrated Coastal Zone Management</i>)
IDE	–	Infraestrutura de Dados Espaciais
IDEM-DHN	–	Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos da DHN
INDE	–	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEST-UFF	–	Instituto de Estudos Estratégicos da Universidade Federal Fluminense
MB	–	Marinha do Brasil
MFZ	–	<i>Marine Functional Zoning</i> (Zoneamento Funcional Marinho)
MSDI	–	Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (<i>Marine Spatial Data Infrastructure</i>)
MSP	–	<i>Marine Spatial Planning</i>
NAD-DHN	–	Norma de Acesso aos Dados e às Informações Abertos da Diretoria de Hidrografia e Navegação
NOAA	–	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NORMAM	–	Normas da Autoridade Marítima
OHI	–	Organização Hidrográfica Internacional
PEM	–	Planejamento Espacial Marinho
PMN	–	Política Marítima Nacional
PNRM	–	Política Nacional para os Recursos do Mar
PSRM	–	Planos Setoriais para os Recursos do Mar
SEA	–	<i>Strategic Environmental Assessment</i> (Avaliação Ambiental Estratégica)
SECIRM	–	Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

SMART	–	<i>Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound</i> (Específico, Mensurável, Atingível, Relevante e Temporal)
THU	–	Incerteza Horizontal Total (<i>Total Horizontal Uncertainty</i>)
TVU	–	Incerteza Vertical Total (<i>Total Vertical Uncertainty</i>)
UFRGS	–	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	–	Universidade Federal de Santa Catarina
UPG	–	Unidades de Planejamento e Gestão
USV	–	Veículo de Superfície Não Tripulado (<i>Uncrewed Surface Vehicle</i>)
ZFM	–	Zoneamento Funcional Marinho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO (PEM).....	13
2.1	A INSTITUCIONALIZAÇÃO DO PEM NO BRASIL E SEUS CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	13
2.2	PRINCÍPIOS DO PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO.....	16
2.3	O PROCESSO DO PEM: ELEMENTOS E ETAPAS FUNDAMENTAIS....	17
2.4	A IMPLEMENTAÇÃO DO PEM NO BRASIL: O RETRATO ATUAL.....	21
2.5	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	22
3	DADOS HIDROGRÁFICOS E SUA INTEGRAÇÃO COM O PEM.....	24
3.1	A DEFINIÇÃO E A NATUREZA DOS DADOS HIDROGRÁFICOS.....	24
3.1.1	A Definição de Hidrografia.....	24
3.1.2	A Natureza dos Dados Hidrográficos.....	25
3.2	A NOVA DIMENSÃO DO DADO HIDROGRÁFICO.....	28
3.3	O CONHECIMENTO DO MEIO FÍSICO COMO BASE PARA A CARACTERIZAÇÃO ECOSSISTÊMICA.....	30
3.4	A ARQUITETURA DE DADOS PARA O PEM NO BRASIL.....	32
3.5	O FUTURO DA INTEGRAÇÃO DE DADOS: DA AUTOMAÇÃO À GESTÃO PREDITIVA.....	33
3.6	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	35
4	O PEM DA REGIÃO SUDESTE E A METODOLOGIA EMPREGADA NA ESTRUTURAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE DADOS HIDROGRÁFICOS.....	37
4.1	A GOVERNANÇA DO PEM: ENTRE O IDEAL NORMATIVO E O DESAFIO POLÍTICO.....	37
4.1.1	A Principalidade da Defesa Nacional: Da teoria à Prática da Governança..	39
4.2	O DADO HIDROGRÁFICO NA PRÁTICA: PILAR FUNDAMENTAL COM BARREIRAS DE INTEGRAÇÃO.....	40
4.3	DA TEORIA METODOLÓGICA À APLICAÇÃO NO PEM SUDESTE.....	42
4.4	VISÕES DE FUTURO: A CONVERGÊNCIA PARA UMA GESTÃO PREDITIVA.....	44
4.5	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	44

5	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE A – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (SECIRM).....	56
	APÊNDICE B – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (CHM).....	62
	APÊNDICE C – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (Pesquisador experto do PEM).....	72

1 INTRODUÇÃO

O ambiente marinho global enfrenta uma crescente pressão decorrente da intensificação das atividades humanas. No Brasil, essa pressão é acentuada, já que mais da metade da população reside em uma faixa de até 150 km do litoral (IBGE, 2023), concentrando atividades econômicas e sociais que dependem do mar e seus recursos. Este cenário de múltiplos usos, por vezes conflitantes — desde o trânsito de mercadorias e informações em cabos submarinos até a exploração de recursos e a segurança marítima (Corrêa; Lauro; Taborda, 2022) — exige a superação de uma gestão tradicional e fragmentada. Neste contexto, o Planejamento Espacial Marinho (PEM) surge como o instrumento de governança reconhecido internacionalmente para a gestão integrada e o uso sustentável dos oceanos.

A eficácia do PEM, contudo, depende de uma base robusta de informações geoespaciais, com os dados hidrográficos em destaque. Assim, o objeto de pesquisa desta dissertação é a integração desses dados no PEM para a gestão da zona marítima da região Sudeste do Brasil, no período de 2015 a 2025. O foco recai sobre os desenvolvimentos recentes e as tendências futuras, buscando identificar como os dados hidrográficos podem ser utilizados para aprimorar o PEM.

A escolha deste período não é aleatória. O início, 2015, coincide com o lançamento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU), que estabeleceu um novo patamar de urgência para a governança dos oceanos (ONU, 2015). O marco final, 2025, representa o ano de maturação da política no Brasil, com a promulgação dos decretos que instituíram o PEM e a nova Política Marítima Nacional. Assim, o recorte temporal abrange o ciclo completo de ascensão do PEM, desde o impulso internacional até sua consolidação como política de Estado no País.

Diante desse cenário, a dissertação busca responder à seguinte questão de pesquisa: Como a integração de dados hidrográficos no PEM pode contribuir para otimizar a gestão da zona marítima brasileira? Parte-se da hipótese que a integração desses dados no PEM permite uma melhor delimitação de áreas para diferentes usos na zona marítima, fornecendo uma base de evidências físicas que qualifica o zoneamento, mitiga conflitos e otimiza a alocação de atividades.

O objetivo geral deste trabalho é investigar a aplicação de dados hidrográficos no PEM para aprimorar a gestão da zona marítima brasileira. Para isso, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: explorar os conceitos teóricos e a evolução do PEM, com foco em sua aplicação; detalhar os dados hidrográficos relevantes e as metodologias para sua integração no PEM; e analisar a aplicação prática do PEM e a utilização desses dados na Gestão Marítima da Região Sudeste, por meio de um confronto entre as teorias e a realidade observada.

Para responder à questão de pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa, fundamentada em pesquisa bibliográfica, análise documental e entrevistas semiestruturadas. A revisão da literatura e dos marcos legais do PEM subsidiou a elaboração de questionários aplicados a especialistas de três vértices estratégicos do processo: um representante da governança político-estratégica (SECIRM), um da produção de dados-base (CHM) e um pesquisador experto na implementação do PEM no Brasil. O plano original previa que a terceira entrevista fosse com um representante do consórcio executor do PEM-Sudeste para obter a perspectiva do setor privado; contudo, por ser um projeto em fase inicial, não foi concedida autorização para uma entrevista sob essa chancela. A lacuna foi suprida pela colaboração de um renomado especialista acadêmico, que forneceu uma análise dos desafios metodológicos e práticos. A análise de suas percepções, detalhada no Capítulo 4, confrontou a teoria com os desafios da implementação do PEM no Brasil.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro, esta introdução, apresenta o tema, a problemática e os contornos da pesquisa. O Capítulo 2 aborda a institucionalização do PEM no Brasil, seus conceitos, princípios e o processo de planejamento, estabelecendo o referencial teórico-legal. O Capítulo 3 aprofunda a discussão sobre os dados hidrográficos, detalhando sua natureza, a evolução tecnológica para o padrão S-100, as metodologias de integração e a arquitetura de dados nacional. O Capítulo 4 realiza a análise central da dissertação, confrontando a teoria com a prática por meio dos dados das entrevistas, investigando os desafios de governança e integração. Por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão, sintetizando os resultados, validando a hipótese e oferecendo recomendações para o aprimoramento da Gestão Marinha no País.

2 PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO (PEM)

Este capítulo estuda o Planejamento Espacial Marinho (PEM), um instrumento de governança reconhecido internacionalmente como fundamental para a gestão integrada e o uso sustentável dos oceanos e seus recursos.

Em um cenário de crescente pressão sobre os ecossistemas marinhos, impulsionada pela intensificação e diversificação das atividades humanas – desde navegação e pesca até exploração de energias renováveis *offshore* e bioprospecção – é essencial desenvolver e implementar mecanismos de planejamento robustos (Corrêa; Lauro; Taborda, 2022; Douvere, 2008; UNESCO, 2021).

Esses mecanismos possibilitam a coexistência ordenada das atividades, a mitigação de conflitos de uso e a integridade ecológica e perenidade dos serviços ecossistêmicos marinhos para as gerações atuais e futuras.

Este capítulo delineará os conceitos, princípios, objetivos estratégicos e a importância do PEM, com atenção ao novo marco legal brasileiro (Decreto nº 12.491/2025), que formaliza sua instituição no País. Abordaremos aspectos relativos à sua aplicação e desafios, estabelecendo as bases teóricas para a análise da integração de dados hidrográficos no PEM.

2.1 A INSTITUCIONALIZAÇÃO DO PEM NO BRASIL E SEUS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A crescente demanda por espaço e recursos marinhos levou a uma sobreposição de atividades humanas, resultando em conflitos entre usuários e entre atividades e meio ambiente. A abordagem tradicional de gestão, fragmentada por setores (pesca, petróleo e gás, navegação), tem sido insuficiente para lidar com os efeitos cumulativos dessas atividades e para gerenciar o ecossistema de forma holística (Douvere, 2008). É nesse contexto de necessidade de uma gestão integrada e baseada no ecossistema que o Planejamento Espacial Marinho emerge como uma ferramenta essencial.

No Brasil, a gestão integrada do mar é respaldada por um robusto arcabouço de políticas e planos. No nível mais elevado, a Política Marítima Nacional (PMN),

atualizada pelo Decreto nº 12.481, de 2 de junho de 2025, estabelece os princípios e objetivos estratégicos para a atuação do Estado no mar, revogando o Decreto nº 1.265 de 1994 (Brasil, 2025b). Subordinadas à PMN, a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) e os Planos Setoriais para os Recursos do Mar (PSRM) detalham as ações para o aproveitamento sustentável dos recursos marinhos. O XI PSRM, com vigência de 2024 a 2027, já sinalizava a necessidade de um ordenamento mais eficaz ao mencionar o “fortalecimento de ações destinadas à implementação do Planejamento Espacial Marinho - PEM no País” (Brasil, 2025a, item 1, alínea “d”) como um enfoque e “promover o estabelecimento do uso compartilhado e sustentável do ambiente marinho no País, por meio do desenvolvimento e da implementação do PEM de maneira participativa e baseada em ecossistemas” (Brasil, 2025a, item 2, alínea “o”) como um objetivo.

Um passo administrativo fundamental foi a publicação da Resolução CIRM nº 7, de 21 de novembro de 2023, que estabeleceu a "Visão de Futuro, os Princípios e os Objetivos" para o PEM na Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (BRASIL, 2023). Este ato normativo consolidou as discussões técnicas e políticas, servindo como base para um marco legal mais detalhado.

Paralelamente à evolução no Poder Executivo, a comunidade acadêmica brasileira avançava na discussão, diagnosticando o estado da arte e os desafios para implementar o PEM no País. A tese de Gandra (2020) destaca-se por apresentar uma das primeiras e mais completas propostas de diretrizes metodológicas para o PEM no Brasil. O autor evidenciava que, até então, o processo no País estava em fase inicial, com avanços restritos a iniciativas acadêmicas ou de abordagem local (Gandra, 2020), e apontava que "a dispersão dos dados marinhos, o difícil acesso e a baixa padronização ainda são os principais obstáculos para o avanço do planejamento em escala nacional" (Gandra, 2020, p.8). Esse diagnóstico, antes do novo marco legal, reforça a importância da institucionalização de uma estrutura de governança centralizada.

A maturação conjunta no campo político-estratégico e acadêmico culminou na promulgação do Decreto nº 12.491, de 5 de junho de 2025, que institui o Planejamento Espacial Marinho no Brasil (Brasil, 2025c). A formalização do PEM por meio de um marco legal robusto garante a segurança jurídica aos múltiplos usos do mar. Magri

(2023) aponta que um ambiente regulatório claro e previsível é essencial para atrair investimentos de longo prazo que a Economia Azul demanda, transformando o planejamento de uma diretriz em um instrumento eficaz para o desenvolvimento socioeconômico do País.

O PEM surge como a principal ferramenta para operacionalizar os objetivos da PNRM e da nova PMN que estabelece como orientação estratégica o "estímulo ao planejamento e ao ordenamento do espaço marinho [...]" (Brasil, 2025b, Art. 5º, inciso IX, alínea "e").

De acordo com o marco legal do PEM, que o institui no País, ele é oficialmente definido como o:

Ordenamento espacial e temporal das atividades humanas desenvolvidas no espaço marinho, com vistas à consecução de objetivos ambientais, culturais, econômicos e sociais, estabelecidos por meio de processo público e participativo (Brasil, 2025c, Art. 1º).

Esta definição legal alinha-se às melhores práticas internacionais. A conceituação original da UNESCO, apresentada por Ehler e Douvere (2009), descreve o PEM como um processo público de análise e alocação da distribuição espacial e temporal das atividades humanas, visando objetivos ecológicos, econômicos e sociais definidos por um processo político. O guia recente da organização (UNESCO, 2021) expande essa ideia, caracterizando o PEM como um processo abrangente e estratégico, que analisa e aloca o uso do mar para minimizar conflitos entre atividades humanas e maximizar benefícios, garantindo a resiliência dos ecossistemas marinhos.

O decreto do PEM estabelece uma visão clara para o futuro do espaço marinho brasileiro: a construção de uma Amazônia Azul¹ saudável, biodiversa, resiliente, segura, produtiva e promotora de um desenvolvimento sustentável, ordenado, equitativo e democrático. Para tal, prevê "[...] contínuos processos de planejamento e governança, com participação da sociedade [...] considerados o conhecimento científico, os saberes tradicionais e as melhores práticas de gestão" (Brasil, 2025c, Art. 2º).

¹ Amazônia Azul é um conceito político-estratégico que se refere ao espaço marítimo sob jurisdição brasileira, incluindo o mar, o leito e o subsolo marinho, do litoral até o limite exterior da plataforma continental brasileira (Brasil, 2025b). O termo, cunhado pela Marinha do Brasil, destaca a importância estratégica e a riqueza de recursos dessa área, análoga à da Amazônia terrestre.

Diferentemente de uma visão estática de zoneamento, o PEM deve ser compreendido como um processo contínuo e dinâmico, com um primeiro ciclo até 2030 e revisões decenais (Brasil, 2025c, Art. 5º). A governança é exercida na CIRM, com coordenação da Marinha do Brasil e do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (Brasil, 2025c, Art. 6º), reforçando o caráter dual do PEM, equilibrando os interesses da soberania e defesa com a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. A implementação se dará por meio de diagnósticos, planos de gestão e zoneamentos estratégicos (Brasil, 2025c, Art. 6º), que poderão subsidiar processos de licenciamento ambiental e atuar como instrumento de segurança jurídica e prevenção de conflitos (Brasil, 2025c, Art. 7º).

2.2 PRINCÍPIOS DO PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO

O desenvolvimento e a implementação de um PEM eficaz são guiados por diretrizes e princípios fundamentais. A formulação desses princípios não é arbitrária, mas uma etapa essencial para garantir que o planejamento alcance o desenvolvimento sustentável e implemente a Abordagem Ecosistêmica² (Gilliland; Laffoley, 2008).

Alinhado à perspectiva internacional, o Brasil formalizou suas diretrizes e princípios nos Artigos 3º e 4º do Decreto nº 12.491/2025, estabelecendo a base para a governança oceânica no País. As diretrizes incluem a manutenção da soberania e defesa nacional, conservação da sociobiodiversidade e serviços ecossistêmicos, desenvolvimento econômico sustentável, inclusão social, justiça ambiental e climática e bem-estar da sociedade (Brasil, 2025c). Os 16 princípios que devem nortear todas as fases do PEM são:

- I. Abordagem Ecosistêmica;
- II. Promoção da Saúde e do Bem-Estar Humano;
- III. Abordagem Precautória;
- IV. Enfoque Baseado em Área;
- V. Integração e Coordenação Intergovernamental;
- VI. Participação Social;
- VII. Promoção da Cultura Oceânica;
- VIII. Inclusão e Acessibilidade;

² A Abordagem Ecosistêmica (AE), ou *Ecosystem-Based Management* (EBM), é uma estratégia de gestão integrada que considera as interações em todo o ecossistema, incluindo os seres humanos, em vez de focar em espécies ou setores isolados. Seu objetivo é manter os ecossistemas saudáveis, resilientes e produtivos (UNESCO, 2021).

- IX. Transparência;
- X. Conhecimento e Inovação;
- XI. Caráter Adaptativo e Contínuo;
- XII. Enfrentamento da Mudança do Clima;
- XIII. Economia Oceânica Sustentável e Inclusiva;
- XIV. Juridicidade;
- XV. Cooperação Internacional; e
- XVI. Soberania do Estado, Defesa Nacional e Segurança Marítima (Brasil, 2025c, Art. 4º).

A análise conjunta destes 16 princípios revela a complexidade e a ambição do PEM no Brasil. Eles transcendem uma simples função de zoneamento, estabelecendo um arcabouço para a governança oceânica que busca equilibrar a conservação ambiental, o desenvolvimento socioeconômico e a soberania do Estado.

A implementação desses preceitos, especialmente os que demandam um enfoque espacial explícito, como a "Abordagem Ecossistêmica" e o "Enfoque Baseado em Área", e os que se apoiam no "Conhecimento e Inovação", depende da disponibilidade de dados geoespaciais precisos e confiáveis.

Aqui, a integração dos dados hidrográficos, objeto central desta dissertação, deixa de ser um mero complemento técnico e se torna um elemento-chave para traduzir esses princípios em um planejamento exequível e capaz de otimizar a gestão da zona marítima.

2.3 O PROCESSO DO PEM: ELEMENTOS E ETAPAS FUNDAMENTAIS

A implementação do PEM não se resume à publicação de um ato normativo, mas envolve um processo cíclico e adaptativo de planejamento. Gilliland e Laffoley (2008) e Ehler e Douvere (2009) destacam que, embora existam particularidades no ambiente marinho, muitas lições e processos podem ser transferidos do planejamento de uso do solo terrestre. Há consenso na literatura internacional, com base no manual da UNESCO (2021), de que um processo de PEM robusto envolve as seguintes etapas e elementos-chave:

1. **Definição de Objetivos:** A definição de objetivos deve ocorrer no início do processo. É fundamental estabelecer metas claras, específicas e mensuráveis para os âmbitos econômico, social e ambiental. Longe de ser um exercício técnico, esta é uma etapa política que reflete as aspirações da sociedade para o uso do mar (Ehler; Douvere, 2009). Os objetivos fornecem

o contexto e a direção para todas as fases subsequentes, desde a coleta de dados até a avaliação de cenários. A ausência de objetivos claros pode levar a um planejamento sem rumo e de difícil avaliação (Gilliland; Laffoley, 2008). Para garantir a eficácia do planejamento e de sua avaliação, a literatura internacional recomenda a adoção de Objetivos SMART³ e a evolução para Objetivos SMARTIE⁴:

Objetivos SMART e seus respectivos indicadores são amplamente aceitos como uma base relevante para avaliar a eficácia de uma política pública. [...] Uma preocupação emergente é que os objetivos do PEM também precisam ser equitativos e inclusivos, por isso propõe-se adotar objetivos SMARTIE⁵ (UNESCO, 2021, p. 78, tradução nossa).

2. **Hierarquia e Escala Espacial:** O PEM deve operar em diferentes escalas (nacional, regional e local), idealmente de forma aninhada, onde cada nível fornece o contexto para o nível mais detalhado abaixo. Essa abordagem hierárquica é considerada a mais eficaz. Um dos grandes desafios nesta etapa é a definição das fronteiras das unidades de planejamento. Elas deveriam seguir limites ecossistêmicos (biogeográficos, oceanográficos, batimétricos), mas precisam ser ajustadas a fronteiras político-administrativas para viabilizar a gestão e a fiscalização (Gilliland; Laffoley, 2008; UNESCO, 2021).
3. **Levantamento e Análise de Dados:** Esta fase é a etapa analítica fundacional, da qual depende a viabilidade de todas as avaliações subsequentes de conflitos, sinergias e impactos cumulativos (Gilliland; Laffoley, 2008). Após a definição dos objetivos, a construção de uma base de evidências integrada é imperativa, exigindo a compilação de dados sobre componentes ambientais (batimetria, habitats, dinâmica oceanográfica), usos humanos (navegação, pesca, exploração de recursos, infraestruturas) e dimensões socioeconômicas (Ehler; Douvere, 2009). O principal desafio

³ SMART é um acrônimo em inglês para *Specific* (Específico), *Measurable* (Mensurável), *Achievable* (Atingível), *Relevant* (Relevante) e *Time-bound* (Temporal) (Ishak; Fong; Shin, 2019). É uma metodologia amplamente utilizada para a definição de metas e objetivos em gestão de projetos e políticas públicas.

⁴ O guia da UNESCO (2021) propõe a evolução do conceito para SMARTIE, adicionando os critérios de *Inclusive* (Inclusivo) e *Equitable* (Equitativo), reforçando a dimensão social do planejamento.

⁵ No original: "SMART objectives and their respective indicators are widely accepted as a relevant basis to evaluate the effectiveness of a public policy. [...] One emerging concern is that MSP objectives also need to be equitable and inclusive, so here it is proposed to adopt SMARTIE objectives".

nesta fase não é técnico, mas um sintoma da governança setorial que o PEM visa superar: a fragmentação institucional da informação (UNESCO, 2021). Em países com vasta jurisdição marítima e complexos arranjos institucionais, como o Brasil, esse desafio global é amplificado. A dispersão de dados marinhos essenciais por diferentes órgãos, a baixa padronização e as barreiras de acesso constituem, como documentado por Gandra (2020), um impedimento primário à aplicação de uma abordagem ecossistêmica eficaz e à formulação de um planejamento integrado.

4. **Análise e Geração de Cenários:** Esta fase é uma etapa prospectiva fundamental no ciclo do Planejamento Espacial Marinho (PEM), sucedendo e dependendo do diagnóstico prévio das interações espaciais, onde se identificam conflitos e sinergias. Longe de serem previsões, os cenários são uma ferramenta de planejamento que descreve projeções alternativas e plausíveis do futuro, com atenção aos processos causais e pontos de decisão. Tais projeções podem ser classificadas em dois tipos principais: cenários exploratórios, que investigam futuros possíveis, e cenários normativos, que analisam como alcançar um futuro desejado (Corrêa, 2011). A abordagem normativa, conforme a UNESCO (2021), é útil ao explorar os caminhos para alcançar uma visão de futuro pré-definida. Ao materializarem espacialmente as consequências de diferentes prioridades e objetivos — como maximização da produção de energia versus conservação da biodiversidade — os cenários funcionam como ferramentas de suporte à decisão. Neste sentido, como destacam Ehler e Douvère (2009), a sua apresentação às partes interessadas é um mecanismo indispensável para fomentar um debate informado sobre os *trade-offs*⁶ socioecológicos, guiando a seleção de um cenário preferencial para a elaboração do plano de gestão.

⁶ O termo *trade-offs*, na prática, são situações de escolha em que a priorização de um objetivo pode resultar na redução ou perda de benefícios de outro. No contexto do PEM, refere-se a "escolhas de gestão que, intencional ou não, alteram o tipo, a magnitude e a combinação relativa de serviços fornecidos pelos ecossistemas" (UNESCO, 2021, p.7, tradução nossa).

No original: "Trade-offs are management choices that intentionally or unintentionally change the type, magnitude, and relative combination of services provided by ecosystems."

5. **Elaboração e Aprovação do Plano:** Esta etapa representa a transição da análise de cenários para a formalização de uma política pública. Com base no cenário preferencial, elabora-se o plano espacial marinho que, como definem Ehler e Douvere (2009), constitui uma declaração de política com uma visão integrada para a área. Este documento formaliza um conjunto de medidas de gestão, sendo o Zoneamento Funcional Marinho (ZFM)⁷ a principal ferramenta para implementar a visão estratégica, alocando usos a áreas específicas para proteger habitats, separar atividades conflitantes e otimizar sinergias (UNESCO, 2021). O processo subsequente envolve a avaliação do plano preliminar, frequentemente por meio de uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)⁸, e a sua submissão a um amplo processo de consulta pública (UNESCO, 2021). A aprovação final do plano pela autoridade competente é o ato que lhe confere força legal ou política, um princípio fundamental para que os planos sejam efetivamente vinculantes às decisões de licenciamento (Gilliland; Laffoley, 2008). Na prática, este processo de aprovação formaliza ações necessárias para a implementação. Conforme Ehler e Douvere (2009), este ato inclui a adoção formal das medidas de gestão, o estabelecimento de novos arranjos institucionais, como conselhos intersetoriais, e a aprovação dos fundos necessários para a execução e o monitoramento do plano.
6. **Implementação, Monitoramento e Revisão:** A aprovação do plano não encerra o processo de PEM, mas inicia uma nova fase, mais longa e dinâmica. A implementação ocorre quando o plano é convertido em programas operacionais, executados pelas autoridades setoriais que usam o plano e seus zoneamentos como guia para a emissão de instrumentos regulatórios, como licenças e permissões (Ehler e Douvere, 2009). O

⁷ O Zoneamento Funcional Marinho (ZFM), ou *Marine Functional Zoning* (MFZ) em inglês, é uma abordagem de zoneamento que designa um "melhor uso" para uma determinada área marinha para prevenir atividades humanas não planejadas. Essa designação considera os recursos naturais, as condições ambientais e as demandas de desenvolvimento para especificar os usos básicos e os requisitos de proteção ambiental para cada zona designada. (UNESCO, 2021).

⁸ A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), ou *Strategic Environmental Assessment* (SEA) em inglês, é um instrumento de avaliação sistemática aplicado a políticas, planos e programas, e não a projetos individuais (o que a diferencia da Avaliação de Impacto Ambiental - AIA). Seu principal objetivo é integrar considerações ambientais e de sustentabilidade desde as fases iniciais do planejamento, antes que decisões estratégicas sejam tomadas (UNESCO, 2021).

monitoramento contínuo do desempenho, baseado em indicadores que aferem o progresso em relação aos objetivos, fornece a base de evidências para a avaliação dos resultados. A literatura recente reforça que o PEM deve ser visto como um "processo contínuo, não um plano mestre único", onde uma abordagem adaptativa é "indispensável" para lidar com incertezas e mudanças nas condições ambientais, tecnológicas e socioeconômicas (UNESCO, 2021, p.135). Portanto, os resultados do monitoramento alimentam a avaliação, que subsidia a revisão periódica do plano, garantindo que se mantenha relevante e eficaz. Essa natureza cíclica é reconhecida na política nacional, como o decreto brasileiro do PEM que prevê um ciclo de revisão a cada dez anos (Brasil, 2025c), alinhando a gestão do País aos princípios adaptativos internacionais.

A articulação dessas etapas configura o ciclo de planejamento que transforma o PEM de um conceito abstrato em um instrumento de governança dinâmico e funcional. A robustez desse processo não reside na execução isolada de cada fase, mas na interconexão: os objetivos guiam a coleta de dados, os dados informam os cenários, os cenários baseiam o plano e o monitoramento permite a adaptação. A qualidade da base de informações é a pedra angular que sustenta toda a estrutura. A capacidade de executar etapas como o levantamento e a análise de dados depende da disponibilidade de dados geoespaciais abrangentes e confiáveis, como os dados hidrográficos, que serão abordados no capítulo seguinte.

2.4 A IMPLEMENTAÇÃO DO PEM NO BRASIL: O RETRATO ATUAL

A implementação prática do PEM no Brasil, conforme o Decreto nº 12.491/2025, está sendo realizada de forma faseada, por meio de projetos-piloto para as quatro regiões marinhas do País: Sul, Sudeste, Nordeste e Norte (Brasil, 2025c). Esta abordagem, coordenada pela CIRM, permite o desenvolvimento e teste de metodologias em contextos socioecológicos distintos antes de sua aplicação em toda a Amazônia Azul. O processo conta com o apoio de parceiros, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO).

O processo começou com o projeto-piloto para a Região Sul, cujos estudos, financiados pelo BNDES, estão em estágio avançado de validação de dados (Brasil, 2025g). Paralelamente, foram lançados os projetos para as regiões Nordeste, com financiamento do FUNBIO por meio do projeto GEF Mar (Brasil, 2025d), e Norte, com fomento do BNDES (Brasil, 2025e; FUNBIO, 2024).

Nesse panorama nacional, destaca-se o projeto para a Região Marinha do Sudeste, objeto central desta dissertação. É o projeto mais complexo e extenso, cobrindo 42% da Amazônia Azul, cujo contrato foi assinado em junho de 2025 com o Consórcio Sudeste Azul (Brasil, 2025f).

As experiências e aprendizados desses quatro projetos, com seus desafios, servirão de base para construir uma metodologia nacional consolidada. O objetivo é concluir a primeira versão do PEM para toda a Amazônia Azul até 2030, conforme o Decreto nº 12.491/2025 (Brasil, 2025c).

2.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Ao longo deste capítulo, foram explorados os fundamentos do Planejamento Espacial Marinho (PEM). Iniciou-se pela contextualização do PEM como uma ferramenta de governança indispensável para a gestão de um espaço marítimo disputado, superando as limitações da abordagem setorial. Demonstrou-se o amadurecimento da política pública no Brasil, a partir de instrumentos como a PMN e os PSRM, passando por marcos como a Resolução CIRM nº 7/2023, até a consolidação final nos Decretos nº 12.481/2025 e 12.491/2025 que instituíram a nova PMN e o PEM.

A análise dos 16 princípios do PEM no País revelou sua complexidade, buscando um equilíbrio entre desenvolvimento econômico, justiça social, conservação ambiental e soberania. Por fim, detalhou-se o processo do PEM como um ciclo adaptativo de seis etapas interdependentes, que vai da definição de objetivos ao monitoramento contínuo.

Estas três vertentes — o conceito, os princípios e o processo — formam a base teórica da dissertação. Fica evidente que a exequibilidade de um planejamento tão ambicioso depende da qualidade e da integração das informações que o subsidiam.

É a partir desta premissa que se analisará, no capítulo seguinte, o papel dos dados hidrográficos como elemento estruturante para transformar os objetivos do PEM em uma gestão eficaz e otimizada da zona marítima. Justifica-se a próxima fase da pesquisa: a coleta de dados primários por meio de entrevistas com especialistas para investigar a manifestação prática deste referencial teórico. Para tanto, os questionários foram elaborados para coletar os seguintes elementos:

1. **Validação do Conceito e da Governança:** As perguntas buscarão aferir, junto aos especialistas, a percepção sobre o papel do PEM como instrumento de Estado, sua finalidade primordial para a gestão da zona marítima e os principais desafios de governança na articulação entre os múltiplos atores.
2. **Aplicação dos Princípios:** Compreender como os princípios teóricos, como a “Abordagem Ecosistêmica” e o “Enfoque Baseado em Área”, são traduzidos em critérios práticos para a tomada de decisão, especialmente na delimitação de áreas para diferentes usos.
3. **Execução do Processo:** As questões investigarão os desafios do planejamento, focando no “Levantamento e Análise de Dados”, para identificar lacunas de informação e dificuldades de integração que impactam a execução do PEM na Região Sudeste.

A análise das respostas no Capítulo 4 permitirá validar ou refutar a hipótese do trabalho, conectando a teoria apresentada com a realidade da Gestão Marítima no Brasil.

3 DADOS HIDROGRÁFICOS E SUA INTEGRAÇÃO COM O PEM

O Planejamento Espacial Marinho (PEM), conforme detalhado no capítulo anterior, depende de uma base robusta de informações geoespaciais. Dentre elas, os dados hidrográficos assumem um papel de protagonismo, pois descrevem as características do meio físico marinho, servindo como a camada de base para compreender, gerenciar e planejar os múltiplos usos do oceano. Este capítulo explora a natureza dos dados hidrográficos, sua importância e as metodologias e tecnologias para sua integração no processo do PEM.

3.1 A DEFINIÇÃO E A NATUREZA DOS DADOS HIDROGRÁFICOS

3.1.1 A Definição de Hidrografia

O escopo da hidrografia é estabelecido de forma oficial por entidades internacionais que, embora fundamentadas em conceitos comuns, ajustam sua abrangência conforme suas respectivas atribuições institucionais. Para fins de padronização e aplicação, essas organizações apresentam definições convergentes, diferenciando-se apenas em aspectos pontuais decorrentes de suas missões específicas.

A *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), instituição científica dos Estados Unidos e uma referência mundial em hidrografia, define a ciência como aquela que "mede e descreve as características físicas da porção navegável da superfície da Terra e áreas costeiras adjacentes" (NOAA, 2024). A definição da NOAA está orientada para o seu mandato principal: garantir a segurança da navegação nas águas de sua jurisdição por meio da produção e atualização de cartas náuticas (NOAA, 2024).

Por sua vez, a Organização Hidrográfica Internacional (OHI), que coordena os serviços hidrográficos globalmente, adota uma definição mais abrangente. Segundo a OHI, a hidrografia é:

[...] o ramo das ciências aplicadas que lida com a medição e a descrição das características físicas dos oceanos, mares, áreas costeiras, lagos e rios, bem

como com a previsão de suas mudanças ao longo do tempo, **com o objetivo principal de segurança da navegação e em apoio a todas as outras atividades marinhas**, incluindo o desenvolvimento econômico, a segurança e a defesa, a pesquisa científica e a proteção ambiental⁹ (OHI, 2025, tradução nossa, grifo nosso).

A distinção é sutil, mas fundamental. Enquanto a definição da NOAA foca na "porção navegável", a da OHI estende o propósito da hidrografia para o "apoio a todas as outras atividades marinhas". Esta visão alinha-se aos múltiplos objetivos do Planejamento Espacial Marinho.

Para esta dissertação sobre a integração de dados para a gestão de múltiplos usos do oceano, adotaremos a definição mais abrangente da OHI. Ela reconhece que os dados hidrográficos não servem apenas para a segurança da navegação, mas são a base de conhecimento geográfico para planejamento marinho, exploração de recursos, instalação de infraestruturas e proteção ambiental.

A padronização global promovida pela OHI, através do "Manual de Hidrografia" (C-13) e das "Normas para Levantamentos Hidrográficos" (S-44), garante a qualidade e a interoperabilidade desses dados (OHI, 2005; OHI, 2020).

3.1.2 A Natureza dos Dados Hidrográficos

Com base na definição da OHI, que posiciona a hidrografia como uma ciência de apoio a todas as atividades marinhas, os dados hidrográficos devem ser compreendidos não apenas como informações para a segurança da navegação, mas como a caracterização do ambiente físico marinho para múltiplos propósitos.

Essa caracterização multifacetada se apoia no princípio moderno de otimizar a coleta e o uso de dados, que valoriza a aquisição de informações primárias robustas para subsidiar o maior número possível de aplicações, uma filosofia central do projeto *Seabed 2030*¹⁰ (Mayer et al., 2018).

⁹ No original: "Hydrography is the branch of applied sciences which deals with the measurement and description of the physical features of oceans, seas, coastal areas, lakes and rivers, as well as with the prediction of their change over time, for the primary purpose of safety of navigation and in support of all other marine activities, including economic development, security and defence, scientific research, and environmental protection."

¹⁰ O projeto *Seabed 2030* é uma iniciativa colaborativa entre a *The Nippon Foundation* e a *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO), com o objetivo de mapear completamente o fundo oceânico do mundo até o ano de 2030 (Mayer et al., 2018).

Para entender a complexidade da informação hidrográfica, ela pode ser decomposta em seus componentes essenciais, cada um regido por padrões próprios:

1. **Batimetria:** A medição da profundidade da água que permite criar um modelo tridimensional do relevo submarino. Esta informação é essencial para a segurança da navegação, e sua qualidade é rigorosamente normatizada. A OHI (2020) estabelece os critérios de precisão por meio da Incerteza Vertical Total (TVU)¹¹, que define o erro máximo admissível para cada medição. Este padrão reconhece que a incerteza total é composta por fatores fixos e variáveis com a profundidade, estabelecendo limites mais estritos para áreas críticas, como as cobertas pela "Ordem Especial" e "Ordem Exclusiva", sempre a um nível de confiança de 95%.
2. **Natureza do Fundo Marinho:** A caracterização do material do leito marinho (areia, argila, rocha) é importante para atividades como fundeio de embarcações, instalação de cabos e dutos, e mapeamento de habitats marinhos. A OHI (2020) reconhece métodos como amostragem física, análise laboratorial e técnicas de inferência a partir de sensores acústicos. A técnica de inferência, validada com amostras físicas, é uma abordagem moderna e eficaz para mapear grandes áreas. Conforme Lurton e Lamarche (2015), a análise do retroespalhamento acústico¹² permite classificar remotamente as propriedades do fundo, otimizando a compreensão da sua composição.
3. **Posicionamento Geográfico:** Todos os dados coletados devem estar rigorosamente associados a uma posição na superfície da Terra. A OHI (2020) estipula que as posições devem ser referenciadas a um sistema geodésico global ou regional, com a época de referência registrada (Ex.: WGS-84). A mesma norma estabelece que a Incerteza Horizontal Total (THU), calculada a 95% de nível de confiança, não deve exceder os limites

¹¹ A Incerteza Vertical Total (TVU) e a Incerteza Horizontal Total (THU) são estimativas estatísticas que quantificam a margem de erro de uma medição de profundidade e posição, respectivamente, a um nível de confiança de 95% (OHI, 2020). Elas representam os padrões de acurácia definidos pela OHI na publicação S-44.

¹² O retroespalhamento acústico, ou *backscatter*, refere-se à medida da intensidade do sinal sonoro que é refletido pelo fundo do mar e retorna ao sonar. A energia refletida varia conforme a composição e a rugosidade do leito marinho, permitindo assim a sua caracterização remota. A obra de Lurton e Lamarche (2015) é a referência técnica fundamental para a medição e análise desses dados.

definidos para cada ordem de levantamento. Para a "Ordem Exclusiva", a THU máxima associada a uma profundidade medida é de um metro.

4. **Perigos à Navegação:** A identificação e o posicionamento preciso de objetos que possam constituir um risco são um objetivo central da hidrografia. A OHI (2020) especifica a capacidade mínima de detecção de feições para cada ordem. Para a "Ordem Especial", é exigida a detecção de feições cúbicas maiores que um metro, enquanto para a "Ordem Exclusiva", mais rigorosa, o requisito é para feições maiores que 0,5 metros. Esta detecção deve ser garantida por uma busca de 100% da área para a "Ordem Especial" e 200% para a "Ordem Exclusiva".
5. **Linha de Costa:** O mapeamento da interface terra-água é fundamental para a cartografia e gestão dos espaços marinhos. A OHI (2020) define que a linha de costa pode ser representada pela linha de maré baixa. Sua posição deve ser determinada com uma incerteza horizontal (THU) que não exceda os valores da norma, que para a "Ordem Especial" é de dez metros.
6. **Informações Oceanográficas e Ambientais:** Este componente abrange dados sobre a massa d'água. As medições de marés e variações do nível d'água são indispensáveis para a redução das sondagens a um datum vertical¹³ comum, e a incerteza dessa redução deve ser incorporada no cômputo da TVU final. Dados de direção e intensidade de correntes são críticos para a segurança de manobras em portos e canais. A OHI (2020) estabelece os requisitos para a medição desses parâmetros em áreas chave, como portos e canais, que afetem a navegação.

Ampliando o escopo, a filosofia que incentiva a compilação de dados para múltiplos usos apoia que levantamentos hidrográficos capturem outras propriedades da coluna d'água. Isso inclui parâmetros físicos (Ex.: temperatura, salinidade e turbidez), químicos (Ex.: pH, oxigênio dissolvido) e biológicos (Ex.: concentração de clorofila). A medição de perfis de temperatura e salinidade, por exemplo, é fundamental para calcular a velocidade do som na água, impactando a acurácia da batimetria multifeixe. A coleta integrada desses parâmetros fornece um contexto

¹³ Datum Vertical é uma superfície de referência à qual as medições de profundidade (sondagens) e altitude são referenciadas. No contexto marinho, garante que dados de diferentes levantamentos e épocas sejam comparáveis, sendo o Nível de Redução (NR) um exemplo comum (OHI, 2020).

ambiental robusto, essencial para o monitoramento da qualidade da água e o mapeamento de habitats bentônicos, onde a distribuição das comunidades biológicas se correlaciona com a geomorfologia do fundo e as características da massa d'água sobrejacente (Wright; Heyman, 2008).

Com o avanço da tecnologia, o conceito de dados hidrográficos se expandiu. O Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100 da OHI, por exemplo, visa a criar um arcabouço mais rico e dinâmico para dados geoespaciais marítimos, permitindo a integração de informações em tempo real e o desenvolvimento de uma gama mais ampla de produtos e serviços além da cartografia náutica tradicional (OHI, 2024a). Isso reflete a crescente importância dos dados hidrográficos para a gestão do espaço marítimo, o planejamento costeiro, a mitigação de desastres naturais e a Economia Azul.

3.2 A NOVA DIMENSÃO DO DADO HIDROGRÁFICO

Por décadas, o padrão S-57 da OHI tem sido a base da navegação eletrônica moderna. Através da criação de um formato uniforme e globalmente aceito para as Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC) e sua utilização nos sistemas ECDIS (*Electronic Chart Display and Information Systems*), o S-57 cumpriu a função de garantir a segurança da navegação em escala mundial (OHI, 2000). A evolução dessa capacidade de padronização e integração, que teve no S-57 seu marco inicial, posiciona os dados hidrográficos como um ativo estratégico no Planejamento Espacial Marinho.

A OHI reconhece que o padrão S-57, apesar de seu sucesso, foi projetado para um único produto, a ENC. O documento que introduz seu sucessor, o S-100, aponta que o S-57 possui uma estrutura monolítica, onde os dados e as regras de apresentação são rigidamente acoplados, tornando complexa e pouco flexível a tentativa de incorporar novos tipos de informação (OHI, 2024a). Essas características o tornam limitado para as demandas do Planejamento Espacial Marinho. A exigência do PEM de integrar dinamicamente dados não navegacionais — como informações ambientais, socioeconômicas e de múltiplos usos do mar — evidencia a deficiência do S-57 em um modelo integrador para a gestão moderna do espaço marinho.

Para enfrentar as limitações do S-57 e a crescente demanda por um ecossistema de dados mais flexível, a Organização Hidrográfica Internacional (OHI) desenvolveu o Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100. A OHI o descreve não como um simples formato de dados, mas como um arcabouço (*framework*) cujo princípio é a separação entre os dados, suas regras de codificação e sua simbologia de apresentação. Essa arquitetura permite o desenvolvimento de múltiplas especificações de produto independentes, mas interoperáveis (OHI, 2024a).

Essa abordagem representa uma verdadeira mudança de paradigma. Ao desacoplar o conteúdo da forma, o S-100 é a resposta tecnológica que viabiliza a gestão de informações geoespaciais marinhas, permitindo que sejam combinadas dinamicamente em um único ambiente digital.

Na prática, essa flexibilidade resulta em um portfólio crescente de Especificações de Produto sobrepostas, como camadas de um sistema de informação geográfica. Isso inclui, conforme OHI (2024), entre outras: S-101 (nova geração de Cartas Náuticas Eletrônicas), S-102 (Grades Batimétricas de Alta Resolução), S-111 (Correntes de Superfície), S-122 (Áreas Marinhas Protegidas) e S-127 (Informações de Tráfego Marítimo).

Integrar camadas de dados tão diversas — da segurança da navegação à ecologia e gestão econômica — transforma o dado hidrográfico em um ativo estratégico para o PEM, superando o paradigma do produto único e habilitando uma governança marítima integrada.

Um princípio fundamental da Gestão Marinha moderna é que a geomorfologia do leito oceânico atua como um fator determinante para o mapeamento de habitats e a distribuição da biodiversidade (Wright; Heyman, 2008). O arcabouço S-100 fornece as ferramentas tecnológicas para aplicar este princípio de forma integrada, permitindo a sobreposição de camadas de dados como a batimetria de alta resolução (S-102), áreas marinhas protegidas (S-122) e correntes de superfície (S-111), conforme as especificações da Organização Hidrográfica Internacional (OHI, 2024a). A verdadeira inovação reside na capacidade de utilizar essa fusão de dados para fortalecer a gestão baseada em ecossistemas, viabilizando análises complexas impossíveis no ambiente S-57.

O arcabouço S-100 provê especificações de produto para dados de tráfego marítimo (S-127) e caracterização do relevo submarino (S-102), essenciais para o planejamento de infraestruturas (OHI, 2024a). A integração dessas camadas de informação permite uma análise mais eficaz para otimização de usos e redução de conflitos, como ao planejar zonas para energia eólica para minimizar a interferência com rotas de navegação. O padrão S-100¹⁴ transcende uma migração de dados: é a materialização tecnológica da visão da hidrografia definida pela OHI, fornecendo a base interoperável para uma gestão oceânica integrada e baseada em evidências.

3.3 O CONHECIMENTO DO MEIO FÍSICO COMO BASE PARA A CARACTERIZAÇÃO ECOSISTÊMICA

O Planejamento Espacial Marinho adota a abordagem ecossistêmica como um princípio fundamental (UNESCO, 2021). Essa abordagem visa garantir a saúde e a resiliência dos ecossistemas enquanto permite o uso sustentável de seus recursos, enfrenta, contudo, um desafio prático significativo: a escassez de dados biológicos abrangentes e contínuos para vastas áreas marinhas.

Para contornar essa dificuldade, uma abordagem consolidada na comunidade científica propõe usar descritores do meio físico, obtidos por levantamentos hidrográficos, como *proxies*¹⁵ (variáveis substitutas) para mapear habitats. A premissa, sustentada por estudos, é que a geomorfologia e a composição do leito marinho são os principais fatores que condicionam a distribuição das comunidades biológicas bentônicas (Wright; Heyman, 2008; Gandra, 2020). Portanto, ao mapear detalhadamente as paisagens físicas do fundo do mar (*seascapes*¹⁶), é possível inferir e delimitar as prováveis zonas ecológicas com um grau robusto de acurácia.

¹⁴ O S-100 é mais do que um padrão de dados; é um *framework* da OHI baseado nas normas ISO 19100 para dados geoespaciais. Ele permite o desenvolvimento de múltiplas especificações de produto (como batimetria, correntes, áreas protegidas) que podem ser integradas dinamicamente, superando a estrutura monolítica do seu predecessor, o S-57 (OHI, 2024a).

¹⁵ No contexto da modelagem ecológica e espacial, um *proxy* é uma variável de fácil mensuração (como a geomorfologia do fundo) utilizada para inferir as características de outra variável mais complexa ou de difícil medição (como a distribuição de um habitat biológico) (Wright; Heyman, 2008).

¹⁶ Paisagem Marinha ou *Seascape* é um conceito da ecologia da paisagem que define uma área do fundo do mar com características geomorfológicas, oceanográficas e ecológicas relativamente homogêneas, servindo como unidade de análise para o mapeamento de habitats (Roff; Taylor; Laughren, 2003).

No contexto brasileiro, a tese de Gandra (2020) detalha um fluxo metodológico para essa caracterização. O processo começa com a aquisição de dados primários de alta resolução, como batimetria e retroespalhamento acústico (*backscatter*), obtidos por sonares de batimetria multifeixe. Em seguida, os dados batimétricos são processados para gerar variáveis geomorfométricas que descrevem a morfologia do relevo, como mapas de declividade, rugosidade e o Índice de Posição Batimétrica (BPI). Simultaneamente, os dados de retroespalhamento acústico são analisados para inferir as propriedades do substrato, uma técnica detalhada por Lurton e Lamarche (2015) e fundamental para a caracterização do fundo.

As camadas de informações físicas (geomorfometria e tipo de fundo) são integradas por análises estatísticas e algoritmos de classificação. O objetivo, conforme Gandra (2020, p. 74-76), é agrupar áreas com características físicas semelhantes, resultando em um mapa unificado de "paisagens marinhas" (*seascapes*). Este mapa é validado com amostras físicas (fotos, vídeos e amostras de sedimento) para garantir a fidedignidade da classificação.

O resultado deste fluxo metodológico é uma ferramenta de gestão poderosa. O mapa de *seascapes* torna-se a camada base para o zoneamento, permitindo a execução de uma etapa central do PEM: a sobreposição de camadas de usos e atividades humanas para identificar potenciais conflitos e sinergias, subsidiando a tomada de decisão (Gandra, 2020; UNESCO, 2021). A grande vantagem desta abordagem é que ela fornece um caminho robusto e cientificamente embasado para implementar os princípios da gestão baseada em ecossistemas, mesmo sem dados biológicos completos.

3.4 A ARQUITETURA DE DADOS PARA O PEM NO BRASIL

Historicamente, a Gestão Marinha no Brasil enfrentou a fragmentação institucional da informação, com dados essenciais dispersos por diferentes órgãos, em formatos não padronizados e de difícil acesso (Gandra, 2020). A eficácia do Planejamento Espacial Marinho depende da capacidade de descobrir, acessar, integrar e utilizar dados geoespaciais de múltiplas fontes.

Para superar esse desafio, a governança de dados para o PEM apoia-se no princípio de "coletar uma vez, usar muitas vezes" (*collect once, use many times*), que é a filosofia para implementar Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) e garantir a otimização de recursos e a consistência da informação (UNESCO, 2021). No Brasil, a materialização desta abordagem foi a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), instituída pelo Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008.

A INDE é o arcabouço legal e tecnológico para o compartilhamento de dados geoespaciais. Seu Geoportal atua como um catálogo central, permitindo a qualquer usuário buscar, visualizar e acessar, por meio de serviços interoperáveis (como WMS e WFS), uma vasta gama de dados e metadados geoespaciais de diferentes instituições do governo (INDE, 2025).

Sua função transcende a de ser apenas um catálogo central de dados. Uma das missões críticas de uma governança de dados espaciais, como a da Comissão Nacional de Geoinformação (CONGEL)¹⁷ que orienta a INDE, é coordenar a aquisição de dados primários de alto custo.

Conforme especialistas em geotecnologia no Brasil, é fundamental que o Estado atue de forma coordenada para evitar que diferentes ministérios ou agências contratem a mesma aquisição de dados – como imagens de satélite, levantamentos aéreos ou, no contexto marinho, levantamentos hidrográficos – otimizando o uso de recursos públicos e garantindo que o dado coletado uma vez possa ser utilizado por múltiplos usuários (HEX 360, 2025).

¹⁷ A Comissão Nacional de Geoinformação (CONGEL), reorganizada pelo Decreto nº 11.895/2024, é o órgão de caráter deliberativo e consultivo responsável por assessorar o Presidente da República na formulação e avaliação de políticas para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN) e para a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), promovendo a integração e a coordenação das ações governamentais na produção e no uso de informações geoespaciais.

Na dimensão marítima, a governança de dados é exercida pela Marinha do Brasil, que, por meio da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), implementou a Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM-DHN). Conforme sua descrição, a IDEM-DHN funciona como o nó setorial marinho da INDE e é a plataforma responsável pela padronização e disseminação de informações geoespaciais da Autoridade Marítima. Ela disponibiliza ferramentas como catálogo de metadados, geosserviços e um visualizador de mapas, com acesso a dados como limites de cartas náuticas, batimetria e perigos à navegação (Brasil, 2025i). A IDEM-DHN é a principal fonte de dados hidrográficos oficiais para o País, sendo o pilar técnico-operacional para a integração dessas informações no processo do PEM.

A implementação prática do PEM no Brasil, faseada e regionalizada, é onde a arquitetura de dados nacional se torna operacional. Os projetos em andamento para as regiões Sul e Sudeste preveem a construção de geoportais de apoio à decisão, que não recriarão dados primários, mas se alimentarão dos serviços e das camadas de informação da INDE e IDEM-DHN. Desta forma, a estrutura da IDE brasileira funciona como o alicerce que permite ao processo do PEM avançar da fase de coleta e catalogação de dados para a fase de análise integrada, viabilizando a construção do panorama completo necessário para o planejamento.

3.5 O FUTURO DA INTEGRAÇÃO DE DADOS: DA AUTOMAÇÃO À GESTÃO PREDITIVA

A evolução da arquitetura de dados, impulsionada pelo padrão S-100 e pela consolidação das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE), estabelece o alicerce para a próxima fronteira da Gestão Marinha. Esta nova fase envolve a transição de um modelo de compilação e integração de dados para um sistema de análise dinâmica e preditiva, habilitado por duas tendências tecnológicas: automação por Inteligência Artificial (IA) e Gêmeos Digitais do Oceano (DTO).

O primeiro avanço notável é a automação do processamento de dados. Um gargalo da hidrografia moderna é o tratamento do imenso volume de informações gerado por sensores como os sonares multifeixe, cujo processamento, análise e

visualização demandam significativos recursos computacionais (Wlodarczyk-Sielicka; Damaševičius, 2025).

Nesse contexto, a IA e o Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*)¹⁸ são essenciais para automatizar e otimizar fluxos de trabalho, permitindo a extração de informações de forma mais ágil e precisa (Wlodarczyk-Sielicka; Damaševičius, 2025). A urgência por tais soluções aumenta com a crescente utilização de plataformas não tripuladas (USV), que atuam como "multiplicadores de força" na aquisição de dados, tornando o processamento manual inviável em larga escala (Mayer, 2023).

O próximo passo é desenvolver os Gêmeos Digitais do Oceano (DTO). Um DTO transcende um modelo estático, sendo uma réplica digital dinâmica que integra continuamente dados de observação, simulações físicas e métodos de IA (Wedi et al., 2025). Sua principal capacidade, e a mais revolucionária para o PEM, é simular cenários futuros, ou "*what-if*" (Miedtank et al., 2024; Wedi et al., 2025). Com essa ferramenta, gestores podem testar os impactos de decisões de planejamento – como a instalação de um parque eólico ou uma nova área de aquicultura – antes da implementação. Isso permite que a Gestão Marinha evolua de um processo baseado na análise do estado presente para um modelo proativo e preditivo.

A materialização desse futuro automatizado e preditivo não depende apenas de avanços tecnológicos. Ela exige a maturação contínua dos pilares de governança e capacitação. Uma IDE-Marinha (MSDI) robusta, baseada em "políticas, padrões e arranjos institucionais" claros, é indispensável para garantir que os dados sejam Encontráveis, Acessíveis, Interoperáveis e Reutilizáveis (princípios FAIR¹⁹) (OHI, 2023). Simultaneamente, o perfil do hidrógrafo deve evoluir, incorporando competências em ciência de dados e TI para gerenciar os novos ecossistemas de informação (Foroutan; Bhatia; Béchar, 2022). O alinhamento desses eixos – tecnológico e humano-institucional – será o verdadeiro catalisador para transformar o

¹⁸ A Inteligência Artificial (IA) é um campo amplo da ciência da computação focado na criação de sistemas que executam tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. O Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) é um subcampo da IA que desenvolve algoritmos que permitem aos computadores aprender padrões a partir de dados, sem serem explicitamente programados.

¹⁹ Os princípios FAIR estabelecem que os dados devem ser: *Findable* (Encontráveis), *Accessible* (Acessíveis), *Interoperable* (Interoperáveis) e *Reusable* (Reutilizáveis). Trata-se de um conjunto de diretrizes para otimizar a reutilização de dados por pessoas e máquinas (OHI, 2023).

potencial dos dados hidrográficos em uma Gestão Marinha baseada em evidências, mais segura e sustentável.

3.6 CONCLUSÕES PARCIAIS

Ao longo deste capítulo, foi detalhada a transformação do dado hidrográfico, de um insumo focado na segurança da navegação para um pilar estratégico ao PEM. A análise partiu da redefinição conceitual da hidrografia, que, em sua visão moderna, apoia diversas atividades marinhas, e demonstrou que a materialização tecnológica dessa nova dimensão se dá pelo padrão S-100 da OHI. A transição do S-57 para este novo arcabouço foi apresentada como o habilitador-chave que transforma o dado hidrográfico em um ativo de governança.

Subsequentemente, foram exploradas as dimensões metodológica, de infraestrutura e tecnológica. Apresentou-se o uso de descritores físicos como *proxies* para a caracterização ecossistêmica como metodologia central para a abordagem ecossistêmica. Analisou-se a arquitetura de dados no Brasil, centrada na INDE e na IDEM-DHN, como o alicerce institucional para a integração e governança da informação. A exploração das fronteiras tecnológicas, como Inteligência Artificial e Gêmeos Digitais do Oceano, indicou o futuro da gestão de dados, apontando para um planejamento mais dinâmico e preditivo.

A articulação das vertentes conceitual, tecnológica, metodológica e de governança solidifica o referencial teórico da dissertação. A integração de dados hidrográficos no PEM não é um processo técnico de sobreposição de camadas, mas uma transformação complexa que exige a maturação simultânea de padrões (S-100), metodologias (caracterização de habitats), infraestrutura (IDE), capacitação humana e uma nova cultura de gestão da informação.

A partir deste referencial, avançaremos para a próxima etapa da pesquisa: confrontar esta teoria com a realidade da implementação do PEM no Brasil, analisando dados primários de entrevistas com especialistas. Os questionários foram elaborados para investigar os seguintes eixos, derivados dos tópicos deste capítulo:

1. **Relevância e Desafios do Dado Hidrográfico:** As perguntas buscarão aferir, junto aos especialistas, a percepção sobre a importância estratégica

do dado hidrográfico para o PEM e os principais desafios práticos na obtenção, acesso, qualidade e padronização desses dados.

2. **Aplicação de Metodologias de Integração:** Compreender como metodologias de análise, como a caracterização de habitats por proxies físicos, são (ou poderiam ser) aplicadas na prática, e quais as dificuldades e limitações para seu uso na Gestão Marinha brasileira.
3. **Percepção sobre as Fronteiras Tecnológicas:** As questões investigarão o nível de maturidade e a visão dos especialistas sobre a implementação de novas tecnologias. O objetivo é entender se o S-100, a IA e os DTO são vistos como soluções viáveis em curto e médio prazo ou se ainda são considerados conceitos distantes da realidade operacional do País.

Dessa forma, a análise das respostas no Capítulo 4 permitirá validar ou refutar as premissas teóricas aqui estabelecidas, conectando a literatura e as normas técnicas com a percepção e a prática dos atores que constroem o Planejamento Espacial Marinho no Brasil.

4 O PEM DA REGIÃO SUDESTE E A METODOLOGIA EMPREGADA NA ESTRUTURAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE DADOS HIDROGRÁFICOS

Os capítulos anteriores estabeleceram o arcabouço teórico do Planejamento Espacial Marinho (PEM) como um processo de governança (Capítulo 2) e posicionaram o dado hidrográfico como um pilar essencial para sua exequibilidade (Capítulo 3). Este capítulo avança da teoria para a prática, confrontando o referencial estabelecido com a realidade da implementação do PEM no Brasil, focando na Região Sudeste. A análise se baseia nos dados primários coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com especialistas de três vértices: o da governança político-estratégica, representado pela Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM); o da produção de dados-base, representado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM); e o da análise acadêmica e metodológica, representado por um pesquisador experto.

O objetivo é investigar como conceitos, princípios e metodologias se materializam no cenário nacional, identificando desafios, sinergias e lacunas entre planejamento e execução. Ao cruzar as percepções desses atores-chave, busca-se validar a hipótese central desta dissertação: a integração de dados hidrográficos, apesar dos desafios operacionais, é indispensável para otimizar a gestão da zona marítima brasileira.

4.1 A GOVERNANÇA DO PEM: ENTRE O IDEAL NORMATIVO E O DESAFIO POLÍTICO

A teoria, consolidada no Decreto nº 12.491/2025, apresenta o PEM como um processo público, participativo e estruturado, coordenado pela Marinha do Brasil e pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima na CIRM (Brasil, 2025c). A relevância desse processo de governança é reforçada pelo Governo Federal, que apresenta o PEM como a principal ferramenta estratégica para orientar a ocupação dos oceanos e enfrentar os impactos das mudanças climáticas (Brasil, 2025h). Essa comunicação oficial posiciona o PEM não apenas como um instrumento técnico de ordenamento, mas como uma resposta política de alto nível aos desafios ambientais

e econômicos atuais, sublinhando a importância da articulação interministerial discutida pelos especialistas.

A realidade da implementação revela que o maior desafio transcende a organização técnica, residindo na articulação política. Segundo o pesquisador experto entrevistado, o sucesso do projeto depende da gestão das relações com os múltiplos *stakeholders*²⁰, pois o PEM é, em sua essência, um processo político que lida com atores de interesses diversos e conflitantes²¹.

A experiência brasileira demonstra que, sem governança efetiva, o levantamento técnico, por mais rigoroso que seja, corre o risco de não se traduzir em implementação prática (Violante, 2023). A visão da SECIRM corrobora essa percepção, apontando que as dificuldades iniciais se concentraram em consolidar os dados dos diferentes setores e em comunicar eficazmente o alcance da política pública para a sociedade, especialmente para comunidades tradicionais e pesqueiras²².

Esse cenário evidencia que, embora o arcabouço teórico-legal forneça as diretrizes, sua operacionalização depende de uma complexa negociação política que antecede e condiciona a coleta e análise de dados, um ponto chave que define a dinâmica real do PEM no País.

Além dos desafios iniciais de articulação política, a governança do PEM enfrenta uma questão de sustentabilidade a longo prazo. A gestão de dados e o planejamento não são projetos pontuais, mas um processo de evolução e manutenção contínua. A consolidação de uma cultura de atualização permanente da base de informações transcende a fase de implementação e se estabelece como um requisito de governança indispensável para que o PEM se mantenha como uma ferramenta de gestão adaptativa, conforme seu princípio fundamental (HEX 360, 2025).

²⁰ O termo *stakeholders*, de origem inglesa, é amplamente traduzido como "partes interessadas". No contexto de políticas públicas como o PEM, refere-se a "grupos ou atores individuais que são afetados por ou têm algum interesse na intervenção a ser avaliada, na sua execução ou nos efeitos de seus resultados" (Vedung; Pedone, 2021, p. 120). No PEM Sudeste, isso inclui órgãos governamentais, empresas dos setores (pesca, energia, navegação, turismo etc.), comunidades tradicionais, organizações não governamentais e a comunidade científica. O mapeamento desses atores busca identificar suas instituições, interesses atuais e futuros, capacidade de influenciar o processo político e articulação.

²¹ Entrevista de pesquisa concedida com um pesquisador experto no PEM, em 30 de junho de 2025 (Ver APÊNDICE C).

²² Entrevista de pesquisa concedida com o representante da SECIRM, em 30 de junho de 2025 (Ver APÊNDICE A).

Essa perspectiva de um processo contínuo, e não de um projeto com fim determinado, confronta a teoria com a realidade da gestão pública. Conforme o Capítulo 2, um princípio do PEM é ser adaptativo, ou seja, "capaz de aprender com a experiência" (BNDES, 2023, Anexo 1, p.39). A governança contínua de dados e do planejamento é a materialização prática desse princípio. O desafio para a governança do PEM no Brasil será superar uma cultura de gestão por projetos pontuais e institucionalizar um ciclo permanente de monitoramento, avaliação e atualização, garantindo que o planejamento não se torne um documento estático, mas uma ferramenta de gestão dinâmica e adaptativa a longo prazo.

4.1.1 A Principalidade da Defesa Nacional: Da Teoria à Prática da Governança

A materialização prática dos 16 princípios do PEM, apresentados no Capítulo 2, é um grande desafio da governança. Em especial, o princípio de "soberania do Estado, defesa nacional e segurança marítima" (Brasil, 2025c, Art. 4º) levanta um debate estratégico sobre como a Defesa deve ser integrada ao planejamento sem se tornar apenas mais um interesse setorial a ser balanceado com os demais.

É nesse ponto que o confronto com a realidade da implementação se torna necessário. A análise do pesquisador experto entrevistado (Apêndice C), fundamentada em sua tese de doutorado (Violante, 2023), oferece uma proposta metodológica para traduzir esse princípio teórico em uma diretriz prática: a "principalidade" da Defesa Nacional. Segundo este conceito, a Defesa não deve ser vista como um setor concorrente, mas como o elemento garantidor da estabilidade que permite a existência e segurança de todos os outros usos do mar (Violante, 2023).

Na entrevista, o pesquisador reforça sua tese (Violante, 2023), defendendo a "transversalização das diretrizes de segurança e defesa". Segundo ele, a materialização desse princípio se dá pela integração das considerações de defesa em todos os cadernos setoriais. Essa abordagem implica em: (1) estabelecer a defesa militar-naval como o elemento integrador; (2) considerar as implicações de segurança marítima em cada atividade; e (3) assegurar que o planejamento contribua para as tarefas básicas do Poder Naval. Portanto, a proposta do especialista confronta o ideal normativo com um modelo de execução, transformando o princípio abstrato da Defesa

em um critério de governança ativo, essencial para a viabilidade do desenvolvimento sustentável na Amazônia Azul (Violante, 2023; Entrevista com Pesquisador Experto no PEM, APÊNDICE C).

4.2 O DADO HIDROGRÁFICO NA PRÁTICA: PILAR FUNDAMENTAL COM BARREIRAS DE INTEGRAÇÃO

O Capítulo 3 argumentou que o dado hidrográfico é a camada base para a caracterização ecossistêmica. A dificuldade de acesso e padronização de dados é corroborada pelo pesquisador experto, que reconhece a falta de interoperabilidade entre os sistemas como um “gap” (Entrevista com Pesquisador Experto no PEM, APÊNDICE C, p.75). Ele aponta que o edital do projeto não contempla a aquisição de novos dados em campo, reforçando a dependência de parcerias com instituições como o CHM²³.

A importância estratégica desses dados é consensual. Para a SECIRM, são essenciais, pois o mapeamento de habitats, que define as Unidades de Planejamento e Gestão (UPG), parte das características físicas do oceano²⁴. O pesquisador experto reforça essa visão, defendendo, com base em sua tese de doutorado, que os dados de relevo e tipo de fundo marinho devem constituir a camada primária do planejamento, por representarem a base física das atividades²⁵.

Contudo, a integração efetiva desses dados enfrenta obstáculos significativos. O primeiro é a fragmentação da informação. O representante da SECIRM aponta que os dados estão “pulverizados” em múltiplas plataformas e que, apesar dos padrões da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), muitas fontes não os seguem, dificultando a harmonização²⁶.

O segundo obstáculo reside no papel institucional do CHM. A missão do Centro é, prioritariamente, a segurança da navegação. Embora atue como um provedor de dados estratégicos, o CHM esclarece que sua ênfase não está na produção de produtos derivados para o PEM, como mapas de declividade. Essa tarefa de “traduzir”

²³ Entrevista com um pesquisador experto no PEM (Ver APÊNDICE C).

²⁴ Entrevista com o representante da SECIRM (Ver APÊNDICE A).

²⁵ Entrevista com um pesquisador experto no PEM (Ver APÊNDICE C).

²⁶ Entrevista com o representante da SECIRM (Ver APÊNDICE A).

o dado técnico em um produto finalístico de análise, segundo o Centro, cabe aos órgãos gestores ou a projetos específicos²⁷.

Essa realidade cria uma lacuna de governança, questão crítica apontada pelo pesquisador experto: se o Serviço Hidrográfico não gera os produtos de análise, quem assume essa responsabilidade? A solução, segundo sua análise baseada na experiência brasileira, passa por uma responsabilidade compartilhada entre as instituições²⁸. A integração do dado hidrográfico não é apenas um desafio técnico, mas um complexo problema de governança sobre a produção da "última milha" da informação: a transformação do dado bruto validado em um produto de análise aplicável ao PEM.

Apesar dos desafios práticos da implementação do PEM no Brasil na harmonização de dados em padrões legados como o S-57, é importante notar que o cenário internacional impõe um horizonte de transformação e oportunidade. A Organização Hidrográfica Internacional, com seu "Roteiro para a Década de Implementação do S-100", estabeleceu um cronograma global para a transição ao padrão S-100 até 2030 (OHI, 2024b). Enquanto o S-57 foi projetado para a segurança da navegação, o S-100 é um arcabouço de dados mais dinâmico e flexível, capaz de integrar múltiplas camadas de informação (batimetria de alta resolução, correntes, áreas de proteção ambiental etc.), alinhado às necessidades do PEM.

A adoção do padrão S-100 no Brasil não representa apenas uma modernização tecnológica, mas uma oportunidade estratégica para potencializar a eficácia futura do PEM. Alinhar a infraestrutura de dados nacional a essa transição permitirá destravar o potencial da informação hidrográfica para uma Gestão Marinha integrada e dinâmica, em sintonia com os esforços do CHM e a visão de futuro dos especialistas.

Uma abordagem complementar para superar o desafio da fragmentação dos dados é adotar um modelo de governança "de baixo para cima". Em vez de depender exclusivamente de uma estrutura hierárquica onde o nível nacional dita as normas, a implementação poderia ser acelerada ao iniciar a coleta e padronização de dados no nível municipal. Municípios, por sua escala, podem produzir dados mais qualificados que, alimentariam e enriqueceriam as bases de dados estaduais e a INDE (HEX 360,

²⁷ Entrevista de pesquisa concedida com o representante do CHM, em 18 de julho de 2025 (Ver APÊNDICE B).

²⁸ Entrevista com um pesquisador experto no PEM (Ver APÊNDICE C).

2025). Os projetos-piloto regionais do PEM, como o do Sudeste, já materializam essa lógica, construindo a governança de dados em uma escala menor antes da integração nacional.

Esse modelo de governança ascendente aborda os desafios de fragmentação e engajamento apontados pelos entrevistados. Ao capacitar os órgãos e empresas da linha de frente da Gestão Marinha para produzir dados padronizados, cria-se um fluxo de informação mais orgânico e confiável para a INDE, combatendo o problema dos dados "pulverizados". Essa abordagem fortalece a articulação política, ao envolver os atores locais desde o início, transformando-os de fornecedores de dados em participantes ativos na construção do planejamento, o que pode mitigar resistências e aumentar a legitimidade do PEM nacional.

O modelo de governança evolutiva é evidenciado pelos aprendizados práticos transferidos entre os projetos-piloto regionais. Como aponta o pesquisador experto, embora o PEM Sul ainda não esteja concluído, sua execução gerou lições importantes para o PEM Sudeste. Os principais aprendizados incluem: a necessidade de desenvolver capacidades técnicas para integrar dados heterogêneos; a relevância da participação social desde as fases iniciais; e a importância de mediar conflitos de uso por meio da construção cooperativa de cenários²⁹. A adaptação dessas lições ao contexto da Região Sudeste materializa o princípio do "caráter adaptativo e contínuo" do PEM, demonstrando que a implementação nacional é um processo de aprendizado e aprimoramento constantes.

4.3 DA TEORIA METODOLÓGICA À APLICAÇÃO NO PEM SUDESTE

A metodologia de usar descritores físicos como proxies para o mapeamento de habitats, detalhada no Capítulo 3 e na tese de Gandra (2020), ressoa na abordagem prática do PEM no Brasil. O edital do BNDES para o PEM Sudeste prevê, na Atividade 3, a "identificação da base ecossistêmica", usando descritores físicos para mapear habitats (BNDES, 2023).

O CHM, ao fornecer um "produto de informação validado" em vez de apenas o dado bruto, agrega uma camada de confiabilidade que reduz incertezas e riscos na

²⁹ Entrevista com um pesquisador experto no PEM (Ver APÊNDICE C).

delimitação de áreas para usos específicos³⁰. A ausência desses produtos, segundo o Centro, aumenta o risco de decisões baseadas em informações imprecisas, levando a conflitos de uso, impactos ambientais não previstos ou prejuízos à navegação³¹.

Na prática, dados hidrográficos precisos influenciam a formulação de regras de gestão, permitindo identificar rotas de cabos submarinos, otimizar a localização de estruturas *offshore* e definir zonas de mergulho, resultando em "economia e redução de riscos" (Entrevista com pesquisador experto no PEM, APÊNDICE C, p.77).

O fluxo de trabalho do CHM para garantir a qualidade dos dados é rigoroso, seguindo padrões internacionais como o S-44 e o S-57, e alinhado a um Sistema de Gestão da Qualidade certificado pela ISO 9001, assegurando a confiabilidade das informações disponibilizadas³².

O confronto entre teoria e prática demonstra que a metodologia de caracterização ecossistêmica a partir de dados hidrográficos não é apenas um conceito acadêmico, mas o método central na implementação do PEM. O CHM deve prover a base de dados fidedigna, enquanto a tarefa de gerar os produtos de análise recai sobre os executores do plano.

A aplicação dessa metodologia para mediar conflitos de uso é evidente em debates atuais, como a expansão da energia eólica *offshore*. Embora seja um vetor importante da Economia Azul, estudos alertam para os impactos negativos dessa atividade sobre a biodiversidade marinha, como em rotas migratórias de aves e mamíferos (Paula, 2025). Este é um exemplo prático da complexidade que o PEM deve gerenciar: a necessidade de dados precisos, hidrográficos para a instalação segura das estruturas, e biológicos para identificar áreas sensíveis; e de uma governança robusta para arbitrar interesses energéticos e de conservação. A delimitação de áreas dependerá da integração qualificada dessas informações.

A superação desse tipo de conflito por meio do planejamento avançado já é realidade em outros contextos. A análise de Scoton (2025) sobre os países do Mar do Norte demonstra essa evolução: o planejamento naquela região já superou a delimitação de áreas para promover o uso múltiplo do espaço marinho, como em projetos de aquicultura em parques eólicos *offshore*. Segundo a autora, esse modelo

³⁰ Entrevista com o representante do CHM (Ver APÊNDICE B).

³¹ Entrevista com o representante do CHM (Ver APÊNDICE B).

³² Entrevista com o representante do CHM (Ver APÊNDICE B).

só é viável por representar um estágio de maturidade da governança onde o mapeamento e a análise de dados estão consolidados. Isso evidencia que a capacidade de gerar produtos de análise a partir dos dados-base é o que habilita o PEM a não apenas mediar conflitos, mas a criar oportunidades para a Economia Azul.

Para o PEM da Região Sudeste, conhecido por sua complexidade e alta densidade de atividades, alcançar esse patamar de gestão sinérgica representa o horizonte estratégico para um desenvolvimento sustentável de longo prazo.

4.4 VISÕES DE FUTURO: A CONVERGÊNCIA PARA UMA GESTÃO PREDITIVA

O referencial teórico apontou os "Gêmeos Digitais do Oceano (DTO)" como a fronteira da Gestão Marinha preditiva. As percepções dos especialistas entrevistados indicam uma convergência para essa visão. O representante do CHM afirma que a implementação de um DTO permitiria a transição de um modelo reativo para um preditivo e adaptativo, possibilitando a simulação de cenários³³. Ele destaca que as infraestruturas atuais, como o BNDO e a IDEM-DHN, podem servir de "alicerce técnico" para um futuro DTO (Entrevista com representante do CHM, APÊNDICE B, p.71).

Essa perspectiva é compartilhada pelo pesquisador experto entrevistado, que vê o processo do PEM como um passo fundamental para estabelecer as bases tecnológicas e metodológicas de um futuro DTO para a costa brasileira³⁴. Ambos os especialistas enxergam a infraestrutura de dados e os processos de planejamento atuais não como um fim em si, mas como etapas na construção de uma capacidade de gestão oceânica mais sofisticada e proativa.

4.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

A análise entre o arcabouço teórico e as percepções dos principais atores envolvidos na implementação do PEM na Região Sudeste permite extrair conclusões que validam as premissas desta dissertação. O referencial teórico que posiciona o

³³ Entrevista com o representante do CHM (Ver APÊNDICE B).

³⁴ Entrevista com pesquisador experto no PEM (Ver APÊNDICE C).

PEM como um processo de governança complexo e o dado hidrográfico como sua base informacional se confirma na prática.

A questão central de pesquisa, "como a integração de dados hidrográficos no PEM pode contribuir para otimizar a gestão da zona marítima brasileira?", é respondida de forma afirmativa e multifacetada. A integração desses dados permite:

1. Criar uma base ecossistêmica robusta para o zoneamento.
2. Formular regras de gestão baseadas em evidências físicas.
3. Reduzir riscos e conflitos na alocação de múltiplos usos, como corroborado por todos os entrevistados.

A hipótese de que essa integração "permite uma melhor delimitação de áreas para diferentes usos" é validada pela realidade da metodologia empregada.

A análise revela que a principal barreira para essa otimização não é conceitual, mas operacional e de governança. Os desafios práticos se concentram em três áreas críticas:

1. **A Primazia do Político:** A articulação com múltiplos *stakeholders* é o desafio mais complexo, condicionando o sucesso das etapas técnicas subsequentes. Exemplo disso é o debate sobre o papel da Defesa Nacional, que transcende a visão de um mero setor para assumir uma "principalidade" garantidora e integradora no processo.
2. **A Fragmentação dos Dados:** Apesar de uma arquitetura nacional de dados (INDE), há informações dispersas, não padronizadas e difíceis de harmonizar, o que exige parcerias estratégicas e um esforço contínuo de integração.
3. **A Lacuna na Produção de Análises:** Há uma clara distinção entre o papel do CHM como provedor de dados-base confiáveis — essenciais para a segurança da navegação e para o PEM — e a necessidade dos planejadores por produtos de análise derivados (mapas temáticos, de aptidão etc.). Essa lacuna na geração de informação geoespacial aplicável por não especialistas é um entrave estratégico: ela aprisiona o PEM em um modelo reativo, focado na mediação de conflitos, e limita seu potencial de evoluir para um planejamento proativo, capaz de identificar e otimizar novas oportunidades para a Economia Azul. Superar este desafio exige uma

governança que articule os produtores de dados, os executores do PEM e a comunidade acadêmica.

Este capítulo demonstra que, embora a importância estratégica e a metodologia de aplicação dos dados hidrográficos no PEM sejam consensuais, a integração plena e eficaz depende da superação de desafios estruturais. O caráter adaptativo do processo nacional, evidenciado pelos aprendizados do PEM Sul, sugere uma evolução contínua, mas depende da maturação da articulação política e da governança da informação para transformar o potencial teórico dos dados hidrográficos em uma gestão otimizada e sustentável da Amazônia Azul.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho partiu da premissa de que a crescente pressão sobre os espaços marítimos brasileiros, especialmente em áreas de alta densidade populacional e econômica como a Região Sudeste, demanda um instrumento de gestão robusto e integrado. O Planejamento Espacial Marinho (PEM) foi apresentado como a resposta estratégica a esse desafio, e a dissertação investigou o papel dos dados hidrográficos como alicerce para sua implementação eficaz, utilizando como moldura temporal a década de 2015 a 2025, período que marcou a ascensão do PEM de conceito à política de Estado no Brasil.

A pesquisa buscou responder à questão central: "Como a integração de dados hidrográficos no PEM pode contribuir para otimizar a gestão da zona marítima brasileira?". Os resultados da revisão teórica e da análise das percepções de especialistas permitem uma resposta afirmativa e multifacetada. A integração qualificada dos dados hidrográficos otimiza a gestão ao permitir:

1. **A criação de uma base ecossistêmica robusta para o zoneamento**, utilizando a caracterização física do leito marinho como proxy para o mapeamento de habitats;
2. **A formulação de regras de gestão baseadas em evidências**, o que aumenta a segurança jurídica e a eficiência operacional na alocação de atividades; e
3. **A redução de riscos e mediação de conflitos**, ao fornecer uma base técnica e objetiva para a tomada de decisão sobre os múltiplos usos do mar.

Confirma-se a hipótese de que essa integração permite uma melhor delimitação de áreas para diferentes usos, sendo este um princípio validado não apenas pela literatura, mas pela própria metodologia adotada nos projetos-piloto do PEM em curso no País.

O horizonte para a superação de muitos desses desafios de integração de dados já se delineia no campo tecnológico. A transição global para o Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100 representa mais do que uma modernização: é uma mudança de paradigma. Ao permitir a integração dinâmica de múltiplas camadas de informação — da batimetria de alta resolução (S-102) às áreas de proteção ambiental

(S-122) — o S-100 materializa a visão de um dado hidrográfico robusto, sendo o habilitador tecnológico fundamental para uma gestão baseada em ecossistemas.

A jornada argumentativa desta dissertação demonstrou, no Capítulo 2, o complexo processo de institucionalização do PEM no Brasil, culminando nos marcos legais de 2025. O Capítulo 3 aprofundou a natureza do dado hidrográfico, revelando sua transformação de insumo para segurança da navegação em ativo estratégico de governança, potencializado pela transição tecnológica para o padrão S-100 e por metodologias que utilizam descritores físicos como proxies para o mapeamento ecológico.

Contudo, o confronto desta base teórica com a realidade prática, realizado no Capítulo 4, revelou que os principais desafios para a otimização da Gestão Marinha não são conceituais, mas operacionais e de governança, concentrando-se em três áreas críticas:

1. **A Primazia do Político:** A articulação com múltiplos stakeholders e a materialização de princípios como a "principalidade" da Defesa Nacional se revelam como o desafio mais complexo, condicionando o sucesso das etapas técnicas;
2. **A Fragmentação dos Dados:** Apesar da existência de uma arquitetura nacional (INDE), a informação permanece dispersa e não padronizada, exigindo um esforço contínuo de harmonização; e
3. **A Lacuna na Produção de Análises:** A distinção entre o papel do CHM como provedor de dados-base e a necessidade dos planejadores por produtos derivados e aplicáveis aprisiona o PEM em um modelo reativo de mediação de conflitos, limitando seu potencial de evoluir para um planejamento proativo que crie oportunidades para a Economia Azul.

A pesquisa revelou uma convergência na visão de futuro dos especialistas. A superação dos desafios atuais de integração de dados e governança não é um fim em si mesma, mas um passo necessário na construção de um modelo de gestão mais sofisticado. O conceito de Gêmeos Digitais do Oceano (DTO) emergiu como o horizonte estratégico, no qual o PEM e a infraestrutura de dados atual servem de alicerce para uma futura capacidade de gestão preditiva. Essa visão transforma o objetivo do planejamento, de uma fotografia do presente para uma simulação

dinâmica do futuro, permitindo testar cenários e antecipar impactos antes que as decisões sejam tomadas.

A contribuição original deste trabalho reside no diagnóstico tempestivo e multifacetado da implementação do PEM no Brasil, a partir da triangulação das perspectivas dos principais atores envolvidos na governança, produção de dados e análise acadêmica. A pesquisa evidenciou que, embora a importância dos dados hidrográficos seja consenso, sua integração plena depende da superação de desafios estruturais que transcendem a esfera técnica.

Diante do exposto, e visando aprimorar o processo, apresentam-se as seguintes recomendações:

1. **Fortalecer a Governança da Informação:** É imperativo avançar na criação de uma Política Nacional de Gestão de Dados Marinhos, como sugerido pela SECIRM, para padronizar a produção, compartilhamento e acesso à informação, consolidando o papel da INDE e da IDEM-DHN e acelerando a transição para padrões interoperáveis como o S-100.
2. **Estruturar a Produção de Análises Derivadas:** Para que o Brasil evolua de uma gestão de mitigação de conflitos para uma de criação de valor e sinergias, recomenda-se a criação de arranjos institucionais e parcerias formais entre os produtores de dados (CHM), a comunidade acadêmica e os executores do PEM, para preencher a lacuna da "última milha", garantindo a transformação dos dados-base em produtos de análise geoespacial acessíveis aos tomadores de decisão.
3. **Institucionalizar o Processo de Planejamento Contínuo:** A governança do PEM deve superar a cultura de gestão por projetos e institucionalizar um ciclo permanente de monitoramento e revisão. A transferência de aprendizados entre os projetos-piloto, como o do PEM Sul para o Sudeste, deve ser formalizada como parte da metodologia nacional para materializar o princípio adaptativo.

Conclui-se que o Planejamento Espacial Marinho é um processo contínuo e essencial para o futuro do Brasil. Superar os desafios de articulação política e governança da informação será o fator determinante para que o Brasil utilize

plenamente o conhecimento hidrográfico como pilar de sua Gestão Marítima, consolidando o desenvolvimento sustentável e a soberania sobre a Amazônia Azul.

REFERÊNCIAS

- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Seleção Pública BNDES FEP Fomento nº 01/2023 - **Projeto do Planejamento Espacial Marinho (PEM) na Região Marinha do Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep/fep-fomento-01-estudos-para-um-futuro-pem-da-regiao-marinha-do-sudeste-do-brasil>. Acesso em: 14 mar. 2025.
- BRASIL. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Resolução nº 7, de 21 de novembro de 2023**. Estabelece a Proposta da CIRM para a Visão e os Princípios do Planejamento Espacial Marinho no Brasil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 241, p. 206, 21 dez. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 12.363, de 17 de janeiro de 2025**. Aprova o XI Plano Setorial para os Recursos do Mar. Anexo. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 17 jan. 2025a.
- BRASIL. **Decreto nº 12.481, de 2 de junho de 2025**. Institui a Política Marítima Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2 jun. 2025. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 jun. 2025b.
- BRASIL. **Decreto nº 12.491, de 5 de junho de 2025**. Institui o Planejamento Espacial Marinho. Brasília, DF: Presidência da República, 5 jun. 2025. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jun. 2025c.
- BRAISL. Marinha do Brasil. Centro de Hidrografia da Marinha. **Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos**. Niterói: MB, 2025i. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/intercambio-de-dados-marinhas/infraestrutura-de-dados-espaciais-marinhas> . Acesso em: 24 jun. 2025.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Planejamento Espacial Marinho: Situação do PEM Nordeste**. Brasília, DF, 2025d. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/psrm/pem/projetos-brasil/situacao-nordeste> . Acesso em: 22 jun. 2025.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Planejamento Espacial Marinho: Situação do PEM Norte**. Brasília, DF, 2025e. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/psrm/pem/projetos-brasil/situacao-norte> . Acesso em: 22 jun. 2025.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Planejamento Espacial Marinho: Situação do PEM Sudeste**. Brasília, DF, 2025f. Disponível em:

<https://www.marinha.mil.br/secirm/psrm/pem/projetos-brasil/situacao-sudeste> . Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Planejamento Espacial Marinho: Situação do PEM Sul**. Brasília, DF, 2025g. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/psrm/pem/projetos-brasil/situacao-sul> . Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Governo Federal implementa ferramenta para reduzir impacto do clima nos oceanos**. Brasília, DF, 15 mai. 2025h. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/governo-federal-implementa-ferramenta-para-reduzir-impacto-do-clima-nos-oceanos> . Acesso em: 26 jul. 2025.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 nov. 2008.

CORRÊA, C. R.; LAURO, A.; TABORDA, J. U. Future scenarios and sea power. In: ALMEIDA, Alves de; RIBEIRO, Silva; MOREIRA, Wiliam (org.). **The Influence of Sea Power upon the Maritime Studies**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letras Marítimas, 2022. v. 1. p. 169-180.

CORRÊA, Claudio Rodrigues. **Cenários prospectivos e aprendizado organizacional em planejamento estratégico**: estudo de casos de grandes organizações brasileiras. 2011. Tese (Doutorado em Administração) - Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

DOUVERE, F. **The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem based sea use management**. Marine Policy 32(5): p.762-771. 2008.

EHLER, Charles; DOUVERE, Fanny. **Marine Spatial Planning**: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides, 53. Paris: UNESCO. 2009.

FOROUTAN, Mina; BHATIA, Sonja; BÉCHARD, Geneviève. **THE HYDROGRAPHER OF THE FUTURE**: Reflections on an International Virtual Workshop. The International Hydrographic Review, [S. l.], nov. 2022.

FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE (FUNBIO). Termo de Referência nº 2024.1003.00068-0: **Projeto Marés do Norte**. Rio de Janeiro, 2024.

GANDRA, Tiago Borges Ribeiro. **Diretrizes metodológicas para o Planejamento Espacial Marinho (PEM) no Brasil**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) -

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

GILLILAND, Paul M.; LAFFOLEY, Dan. **Key elements and steps in the process of developing ecosystem-based marine spatial planning**. *Marine Policy* 32(5): p.787-796. 2008.

HEX 360. **Geotecnologia, Defesa e Sustentabilidade**. [S. l.], 05 jul. 2025. 1 vídeo (aprox. 48 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TtN002lYciM&t=1334s>. Acesso em: 7 jul. 2025.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS. **O que é a INDE?**. Brasília, DF: INDE, 2025. Disponível em: <https://www.inde.gov.br/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**: Agregado por Setores Censitários. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 27 jul. 2025.

ISHAK, Z.; FONG, S. L.; SHIN, S. C. **SMART KPI Management System Framework**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 9., 2019, Shah Alam. [Proceedings...] Shah Alam: IEEE, 2019. p. 172-177. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSEngT.2019.8906478>. Acesso em: 08 ago. 2025.

LURTON, X.; LAMARCHE, G. (ed.). **Backscatter measurements by seafloor-mapping sonars: Guidelines and Recommendations**. Geohab-Amsa, [S. l.], 2015.

MAGRI, Susi. **Proposta de marco regulatório para o ordenamento espacial marinho no Brasil sob o enfoque da segurança jurídica**. 2023. Tese (Doutorado em Estudos Marítimos) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2023.

MAYER, Larry; JAKOBSSON, Martin; ALLEN, Graham; DORSCHER, Boris; FALCONER, Robin; FERRINI, Vicki; LAMARCHE, Geoffroy; SNAITH, Helen; WEATHERALL, Pauline. **The Nippon Foundation—GEBCO Seabed 2030 Project: The Quest to See the World's Oceans**. *Geosciences*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 63, 2018.

MAYER, Larry. Uncrewed surface systems facilitating a new era of global ocean exploration and seabed mapping. **The International Hydrographic Review**, [S. l.], n. 26, p. 55-76, nov. 2023.

MIEDTANK, André; SCHNEIDER, Janina; MANSS, Christoph; ZIELINSKI, Oliver. Marine digital twins for enhanced ocean understanding. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, [S. l.], v. 36, 101268, 2024.

NOAA. **What is hydrography?**. *National Ocean Service website*. 16 jun. 2024. Disponível em: <https://www.noaa.gov/what-is-hydrography-infographic>. Acesso em: 28 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Resolução A/RES/70/1. Nova York: ONU, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI).

MSPglobal: international guide on marine/maritime spatial planning. Paris:

UNESCO, 2021. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379196>. Acesso em: 14 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **C-17: Spatial Data**

Infrastructures “The Marine Dimension” - Guidance for Hydrographic Offices. Ed. 3.0.0. Monaco: OHI, 2023.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (S-57)**. Ed. 3.1, Special Publication No. 57. Monaco: OHI, 2000.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **Manual on Hydrography (C-13)**. 1. ed. Monaco: OHI, 2005.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **S-100: Universal Hydrographic Data Model**. Ed. 5.2.0. Mônaco: OHI, 2024a.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **S-100 Implementation Strategy**. Mônaco: OHI, 2024b. Disponível em: <https://iho.int/en/s-100-implementation-strategy>. Acesso em: 26 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **S-44 - Especificações para Levantamentos Hidrográficos**. 6. ed. Mônaco: OHI, 2020.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. **The Importance of Hydrography**. Monaco: OHI, 2025. Disponível em: <https://iho.int/en/importance-of-hydrography>. Acesso em: 04 jul. 2025.

PAULA, Augusto de. **Energia eólica offshore pode ameaçar a biodiversidade marinha, alerta novo estudo global**. Canal Engenharia, 9 abr. 2025. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/energia/energia-eolica-offshore-pode-ameacar-a-biodiversidade-marinha-alerta-novo-estudo-global>. Acesso em: 26 jul. 2025.

ROFF, J. C.; TAYLOR, M. E.; LAUGHREN, J. Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 77-90, 2003.

SCOTON, Samira. **A Pesca e a Aquicultura no Planejamento Espacial Marinho (PEM):** Desafios e Oportunidades para a Governança do Setor Pesqueiro no Brasil. 2024. Tese (Doutorado em Estudos Marítimos) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2024.

VEDUNG, Evert; PEDONE, Luiz. **Avaliação de Política Públicas e Programas Governamentais:** Fundamentos e Modelos. Rio de Janeiro: Luzes, 2021.

VIOLANTE, Alexandre Rocha. **O Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro no Planejamento Espacial Marinho:** Análise e Avaliação da Implementação (2012 a 2022). Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos). Universidade Federal Fluminense, 2023. 351p.

WEDI, Nils; SANDU, Irina; BAUER, Peter; ACOSTA, Mario; ANDERSEN, Rune Carbuhn; ANDRAE, Ulf; AUGER, Ludovic; BALSAMO, Gianpaolo; BAOUSIS, Vasileios; BENNETT, Victoria; BENNETT, Andrew; BUONTEMPO, Carlo; BRETONNIÈRE, Pierre-Antoine; CAPELL, René; CASTRILLO, Miguel; CHANTRY, Matthew; CHEVALLIER, Matthieu; CORREA, Ricardo; DAVINI, Paolo; DENBY, Leif; DOBLAS-REYES, Francisco; DUEBEN, Peter; FISCHER, Claude; FRAUEN, Claudia; FROGNER, Inger-Lise; FRÜH, Barbara; GASCÓN, Estíbaliz; GÉRARD, Elisabeth; GORWITS, Oliver; GEENEN, Thomas; GRAYSON, Kat; GUENOVA-RUBIO, Nadia; HADADE, Ioan; VON HARDENBERG, Jost; HAUS, Utz-Uwe; HAWKES, James; HIRTL, Marcus; HOFFMANN, Joern; HORVATH, Kristian; JÄRVINEN, Heikki; JUNG, Thomas; KANN, Alexander; KLOCKE, Daniel; KOLDUNOV, Nikolay; KONTKANEN, Jenni; SIEVI-KORTE, Outi; KRISTIANSEN, Joern; KUWERTZ, Emma; MÄKELÄ, Jarmo; MALJUTENKO, Ilja; MANNINEN, Pekka; MCKNIGHT, Ursula S.; MILINSKI, Sebastian; MUELLER, Andreas; MCNALLY, Antony; MODIGLIANI, Umberto; NARAYANAPPA, Devaraju; NIELSEN, Kristian Pagh; NIPEN, Thomas; NORTAMO, Henrik; PEUCH, Vincent-Henri; POLADE, Suraj; QUINTINO, Tiago; SCHICKER, Irene; REUTER, Balthasar; SMART, Simon; SLEIGH, Mike; SUTTIE, Martin; TERMONIA, Piet; THOBER, Stephan; RANDRIAMAMPINANINA, Roger; THEEUWES, Natalie; THIEMERT, Daniel; VANNIÈRE, Benoît; VANNITSEM, Stéphane; WITTMANN, Christoph; YANG, Xiaohua; PONTAUD, Marc; STEVENS, Bjorn; PAPPENBERGER, Florian. Implementing digital twin technology of the earth system in Destination Earth. **Journal of the European Meteorological Society**, [S. l.], v. 3, 100015, 2025.

WLODARCZYK-SIELICKA, Marta; DAMAŠEVIČIUS, Robertas. **Application of artificial intelligence methods during the processing of spatial data from the hydrographic systems for coastal zone.** EGUsphere [Preprint], 2025. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-904> . Disponível em: <https://egusphere.copernicus.org/preprints/2025/egusphere-2025-904/> Acesso em: 26 jul. 2025.

WRIGHT, D. J.; HEYMAN, W. D. Marine and Coastal GIS for Geomorphology, Habitat Mapping, and Marine Reserves. **Geographical Review**, [S. l.], v. 98, n. 3, p. 337-350, 2008.

APÊNDICE A – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (SECIRM)

Entrevistado: Carlos Daniel Sodré Vieira, Capitão de Fragata, Ajudante do Planejamento Espacial Marinho na Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM).

Local: Brasília-DF.

Data: 30 de junho de 2025.

ENTREVISTA

Antes de iniciar as respostas, é bom entender a diferença entre a Gestão Costeira Integrada (ICZM) e o Planejamento Espacial Marinho (PEM). No Brasil o ICZM é traduzido como Gestão Costeira (GERCO), e trata dos assuntos que ocorrem desde as áreas terrestres que influenciam ou são influenciadas pelo mar até o limite do mar territorial, em uma escala de detalhe bem maior que o PEM (<https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/psrm/pem/limites-gerco-pem>). Já o PEM se aplica da linha de costa até o limite exterior da plataforma continental. Essa diferenciação, apesar de não haver um consenso internacional é discriminada em <https://www.tuckermanreef.com/mssp-and-icz-m.html> .

Bloco A: Visão Estratégica e Governança do PEM

1. Poderia descrever seu papel e suas principais responsabilidades na condução do Planejamento Espacial Marinho no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM)?

O Planejamento Espacial Marinho, instituído pelo decreto 12.491/2025, tem como previsão que sua Governança será exercida no âmbito da CIRM, com coordenação conjunta da Marinha do Brasil (MB) e do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Nesse contexto a SECIRM é quem representa a MB nessa coordenação.

Nesse contexto, como os estudos para implementação do PEM são conduzidos de forma regionalizada, a Coordenação Nacional tem a responsabilidade de estabelecer as diretrizes e realizar as articulações necessárias para o que o PEM seja único e nacional.

2. Sob a ótica da SECIRM, qual é o objetivo primordial do PEM para o Brasil? E de que maneira a otimização da gestão da zona costeira e a ordenação dos múltiplos usos do mar (ex: pesca, energia, turismo, navegação) se inserem nesse panorama estratégico?

Começa essa resposta deixando clara a área de abrangência do PEM, que vai muito além da zona costeira, cobrindo toda área marinha onde o Brasil tenha algum grau de jurisdição, a Amazônia Azul. Especialmente na Zona Costeira, a política pública que tem instrumentos adequados à escala necessária para melhor compreensão desse espaço é o Gerenciamento Costeiro (GERCO), cuja evolução precisa ocorrer paralelamente ao PEM.

É difícil estabelecer apenas um objetivo, afinal o PEM por definição busca atingir objetivos ecológicos, econômicos e sociais, mas se fosse fazer um esforço de simplificação, o objetivo é que esse ordenamento permita harmonizar os diversos usos da Amazônia Azul, considerando a conservação do oceano, para que tenha consequência um desenvolvimento sustentável.

3. Quais são os maiores desafios de governança (interação entre ministérios, diálogo com setores da indústria, compatibilização de políticas públicas etc.) na implementação do PEM em escala nacional?

O PEM ainda se encontra em um estágio inicial de elaboração dos estudos, então até o momento maior desafio foi encontrar dados que representem os setores envolvidos, além de conseguir comunicar com a sociedade, especialmente algumas parcelas específicas como comunidades tradicionais e pesqueiras, sobre o real alcance da política pública, inclusive por se tratar de um ordenamento de escala nacional, que por vezes não consegue representar em nível de detalhe algumas atividades. Acredito que possivelmente novos desafios irão se descortinar à medida que o PEM avance na sua implementação.

Bloco B: Integração de Dados e Delimitação de Usos

4. Como a SECIRM avalia a importância dos dados hidrográficos (batimetria, correntes, marés etc.) para o sucesso do PEM? De que forma esses dados são considerados para a tomada de decisão na delimitação e compatibilização dos diferentes usos na zona costeira?

A metodologia do PEM demanda que se inicie com uma base ecossistêmica. Nesse contexto, é preciso ter um mapeamento de habitats pelágicos e bentônicos para se chegar aos serviços ecossistêmicos que esses habitats fornecem. Assim, esse mapeamento de habitats parte de características físicas e químicas do oceano, sendo os dados hidrográficos essenciais para tal.

Em relação à tomada de decisão, esses habitats são utilizados para definir as unidades de planejamento e gestão (UPG), onde serão estabelecidas as diretrizes para os futuros estabelecimentos de atividades. Relembrando que cada atividade demanda um ou mais serviços ecossistêmicos, a compatibilização das atividades passa justamente em harmonizar da melhor forma possível a utilização desses serviços.

5. Do ponto de vista da gestão e da política, quais são os principais obstáculos para garantir que os dados hidrográficos de alta qualidade, providos pelo CHM e outras fontes, sejam efetivamente integrados e utilizados nas decisões do PEM?

O primeiro desafio é o fato de muitos desses dados estarem pulverizados em diferentes plataformas ou repositórios. Inicialmente, a principal base de dados seria a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) que é regida pelo Decreto 6.666/2008, e preconizava que “O compartilhamento e disseminação dos dados geoespaciais e seus metadados é obrigatório para todos os órgãos e entidades do Poder Executivo federal e voluntário para os órgãos e entidades dos Poderes Executivos estadual, distrital e municipal.”. Infelizmente precisou ser feito um trabalho de sensibilização quanto a esses aportes de dados junto aos demais órgãos que possuem dados marinhos, e nem todos atenderam de forma satisfatória.

Além disso, apesar de já haver padrões estabelecidos para dados e metadados a nível nacional, muitas dessas fontes de dados não seguem exatamente esses

padrões. As equipes regionais tem dificuldades de harmonizar esses dados para poder consumi-los. Nesse contexto, a própria Coordenação Nacional tem como demanda estabelecer um guia único para o PEM de Padronização e prospecção de dados, visando tornar o trabalho mais uniforme e integrado.

6. De que forma a integração de dados hidrográficos, na prática, permite uma melhor delimitação de áreas? Por exemplo, como um dado batimétrico preciso pode influenciar a decisão sobre onde alocar uma fazenda marinha, um parque eólico offshore ou um corredor de navegação, de modo a otimizar o uso do espaço e minimizar conflitos?

A resposta desta pergunta vai encontro do que foi respondido na pergunta 4, onde as UPG serão tão melhor definidas quanto à qualidade dos dados que foram usados para o mapeamento de habitats.

É importante destacar, que o PEM em seu produto final, que é o Plano de Gestão do Espaço Marinho, não determinará onde vai ocorrer cada atividade, mas fornece um plano de fundo com diretrizes específicas onde o uso compartilhado daquele espaço ocorrerá de modo a haver a menor competição por serviços ecossistêmicos possível.

Especificamente pensando em futuros usos, todos esses dados hidrográficos são determinantes nos processos de licenciamento ambiental, onde serão avaliados os impactos de um determinado empreendimento e as formas adequadas para mitigá-los.

7. Como o PEM, em sua construção, busca se alinhar não apenas às Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) para a segurança da navegação, mas também a outras regulamentações ambientais e setoriais para garantir uma gestão costeira integrada e sustentável?

O PEM tem como uma de suas etapas um levantamento da legislação aplicável nos espaços marinhos, entre elas as NORMAN e as regulamentações ambientais e setoriais. Nesse trabalho além de um mapeamento das normatizações existentes, ocorre uma espacialização de onde efetivamente elas são aplicadas e quais são as interferências legais entre os setores envolvidos.

Todo esse conjunto busca entender onde será necessária uma harmonização também do ponto de vista legal, além de compor o plano de fundo normativo que será aplicado em cada UPG, permitindo estabelecer diretrizes já alinhadas com todas essas questões.

Bloco C: Geotecnologias e Perspectivas Futuras

8. Sob a ótica estratégica da SECIRM, qual a relevância das geotecnologias (Sistemas de Informação Geográfica, plataformas de dados espaciais, etc.) como ferramentas para analisar, integrar e, principalmente, comunicar as propostas de ordenamento do PEM aos diversos setores da sociedade?

Tendo em vista que o Plano de Gestão Espacial Marinho é o grande produto do PEM, ter esse plano disponível para os tomadores de decisão e para a sociedade em geral é mandatório para que os estudos executados possam ser consumidos de forma ampla que exista uma interface adequada. Assim, no PEM do Brasil está previsto o desenvolvimento de um Geoportal para que isso ocorra, tanto como um instrumento de gestão, como também de comunicação. Esse Geoportal encontra-se em fase de desenvolvimento, mas uma das funcionalidades já identificadas é a necessidade de se integrar automaticamente a outras bases de dados e possuir acessos segregados para cada perfil de usuário, justamente com o intuito de customizar essa experiência.

9. Com relação ao projeto piloto do PEM na Região Sudeste, quais são as principais expectativas da SECIRM? Como se espera que a integração de dados hidrográficos contribua para resolver os complexos conflitos de uso existentes nessa região específica?

Antes de iniciar a resposta, relembro o executor para o PEM na Região Sudeste acabou de ser contratado pelo financiador, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o que nos permite trabalhar apenas no campo especulativo e não com algo de concreto já ocorrido.

Dessa forma, as expectativas são de encontrar uma região onde haja um bom volume de dados disponíveis, o que deve facilitar o início dos trabalhos. Parte desse

volume é devido às informações coletadas pelo setor de Petróleo e Gás na Região nas últimas décadas.

Nesse contexto, conjuntos de dados já organizados, harmonizados e integrados colaboram para o andamento dos trabalhos. Um desafio específico para o Sudeste é que a Região contempla a Elevação do Rio Grande e a Cadeia Vitória-Trindade, que são regiões sensíveis do ponto de vista estratégico e precisam do robustecimento no volume de informações.

10. Quais são as perspectivas para a evolução do PEM no Brasil nos próximos 5 a 10 anos? Que recomendações o senhor faria para aprimorar a colaboração entre os órgãos produtores de dados (como o CHM) e os gestores do PEM, a fim de fortalecer a gestão integrada da zona costeira no país?

Na Terceira Conferência da ONU para os Oceanos, realizada este ano em Nice na França, o Brasil reafirmou o compromisso de implementar o PEM no País até 2030. Os próximos cinco anos serão de condução intensa dos estudos para buscar cumprir esse prazo. O maior desafio é justamente durante esses estudos manter a uniformização entre as metodologias empregadas para que o PEM seja nacional. Posteriormente, o desafio será congregar esses estudos em um instrumento legal robusto, momento a partir do qual o PEM efetivamente será implementado.

Vencida essa etapa, estabelecer um sistema de monitoramento da política pública, por meio de indicadores precisos será importante para mensurar seu verdadeiro impacto e as eventuais mudanças necessárias para uma segunda rodada de estudos, posto que o PEM é um processo cíclico.

Dentro de todo esse processo, ter uma Política Nacional de Gestão de Dados Marinhos seria um importante passo a ocorrer para padronizar a produção e aprimorar a colaboração entre os órgãos produtores de dados, com destaque para as Universidades, que por vezes internalizam essas informações e não compartilham de forma espontânea, e os gestores de políticas públicas de um modo geral.

APÊNDICE B – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (CHM)

Entrevistado: Ivan Bodra Guimarães, Capitão de Corveta, Encarregado da Seção de Banco de Dados Hidrográficos do CHM.

Local: Niterói-RJ.

Data: 18 de julho de 2025.

ENTREVISTA

Bloco A – Papel Institucional e Visão Estratégica

1. Poderia descrever sua função no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e seu envolvimento com a produção e disponibilização de dados hidrográficos que possam ser utilizados no PEM?

Sou o encarregado da Seção de Banco de Dados Hidrográficos do CHM, responsável pelo gerenciamento e armazenamento dos dados de batimetria e das feições hidrográficas utilizados na produção cartográfica, com foco na segurança da navegação. Embora esses dados sejam produzidos prioritariamente para fins náuticos, eles podem ser eventualmente aproveitados para outras finalidades, como o PEM, sendo sua disponibilização realizada conforme a Norma de Acesso aos Dados e às Informações Abertos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (NAD-DHN), aprovada pela Portaria nº 13/2018.

2. Qual é a visão estratégica do CHM sobre o seu papel no suporte ao PEM em escala nacional? Como o CHM se posiciona para garantir a qualidade e a disponibilidade de dados para os múltiplos usos do mar dentro do conceito de Economia Azul?

O CHM tem como visão estratégica manter-se como Centro de Excelência em Hidrografia, Cartografia Náutica, Meteorologia Marítima e Oceanografia Operacional, contribuindo não apenas para a segurança da navegação, mas também para o desenvolvimento marítimo, científico, social e econômico do País. No contexto do PEM, essa visão se materializa na geração, armazenamento e disponibilização de dados geoespaciais marinhos segundo padrões internacionais de qualidade, como os

definidos pela OHI, OMM e COI, conforme previsto em seu Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) certificado pela ISO 9001.

Alinhado à Estratégia Nacional de Defesa e ao conceito de Economia Azul, o CHM atua como um provedor de dados estratégicos que subsidiam a gestão integrada e sustentável do espaço marinho. Seus dados e produtos, ainda que voltados prioritariamente à segurança da navegação, são disponibilizados de forma acessível, segundo a NAD-DHN e por meio de plataformas como o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) e a Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM). Ao garantir a integridade, rastreabilidade e interoperabilidade dessas informações, o CHM fortalece sua capacidade de apoiar múltiplos usos do mar, ampliando sua contribuição para políticas públicas voltadas à governança costeira e ao uso sustentável dos recursos marinhos.

3. Na sua visão, de que forma a existência de um produto de informação validado pelo CHM (e não apenas o dado hidrográfico bruto) otimiza a delimitação de uma área para um uso específico? A ausência desse produto validado poderia levar a uma delimitação imperfeita ou com maior risco?

A existência de um produto de informação validado pelo CHM, como uma carta náutica, um modelo digital do terreno ou um mapa temático derivado, agrega uma camada essencial de confiabilidade técnica à delimitação de áreas para usos específicos no âmbito do PEM. Essa validação é conduzida dentro de um Sistema de Gestão da Qualidade certificado pela norma ISO 9001, o que assegura que os dados foram processados conforme procedimentos padronizados, auditáveis e alinhados a normas internacionais, como as da Organização Hidrográfica Internacional (OHI).

Enquanto os dados hidrográficos brutos podem conter ruídos, lacunas ou ausência de metadados adequados, os produtos validados são resultado de etapas rigorosas de tratamento, análise e representação geoespacial apropriada. Sua utilização contribui para reduzir incertezas e riscos associados à instalação de estruturas offshore, à definição de zonas de exclusão ou ao zoneamento ambiental. A ausência desses produtos pode levar a decisões baseadas em informações incompletas ou imprecisas, aumentando a probabilidade de sobreposição de usos, impactos não previstos ou prejuízos à segurança da navegação. Dessa forma, os

produtos validados pelo CHM representam não apenas uma síntese técnica, mas também um instrumento confiável de apoio à governança do espaço marinho.

Bloco B – Metodologias e Produtos de Informação

4. Poderia detalhar o fluxo de trabalho metodológico que o CHM utiliza ou recomenda para transformar um dado hidrográfico bruto (ex: nuvem de pontos de um levantamento multifeixe) em um produto de informação para o PEM (ex: uma carta náutica ou modelo digital do terreno que possa ser utilizado para instalação de cabos submarinos)? Quais etapas, softwares e transformações de dados estão envolvidas?

Os dados hidrográficos não são processados diretamente pelo CHM. Cabe aos responsáveis pela coleta, sejam navios da Marinha ou entidades executantes autorizadas, realizar o processamento conforme a NORMAM-501, no caso das entidades externas, ou conforme Instruções Técnicas específicas, no caso dos meios da Marinha do Brasil. Esses dados, já processados, são então submetidos ao CHM, que realiza uma análise técnico-cartográfica com vistas ao seu aproveitamento.

O fluxo metodológico no CHM inicia-se com a verificação técnica dos levantamentos, na qual são analisados critérios como completude, cobertura, densidade, consistência com os metadados, entre outros aspectos. Um parecer técnico é emitido por um analista e, posteriormente, ratificado por um hidrógrafo experiente. Nessa etapa, os dados recebem uma classificação de qualidade e são incorporados ao acervo técnico da Organização.

Quando há potencial de aproveitamento cartográfico ou aplicação em produtos derivados, os dados são organizados e catalogados no sistema CARIS HPD Source Editor. Na etapa de produção cartográfica, são utilizados também os softwares Paper Chart Editor e ferramentas de verificação, com o objetivo de gerar cartas náuticas em papel ou eletrônicas, bem como outros produtos compatíveis com os padrões da Diretoria de Hidrografia e Navegação e da Organização Hidrográfica Internacional.

As cartas eletrônicas de navegação passam por um processo de validação externa conduzido pela agência certificadora IC-ENC. As cartas náuticas em papel e as ENC são distribuídas comercialmente pela EMGEPRON, quando se destinam ao público externo. Produtos sob demanda, como camadas geoespaciais ou modelos

digitais, também podem ser gerados com finalidades específicas, inclusive para apoiar decisões no âmbito do PEM. Os produtos públicos são disponibilizados gratuitamente por meio da IDEMDHN, garantindo interoperabilidade e acesso amplo.

Esse fluxo assegura a rastreabilidade, a padronização e a confiabilidade técnica dos produtos, que podem ser utilizados com segurança por gestores costeiros, planejadores do espaço marinho e demais usuários institucionais.

5. Quais padrões de qualidade e especificações (como o S-44, S-100 e outros padrões da OHI) são seguidos na coleta e processamento desses dados? E como a garantia dessa qualidade pode impactar na confiabilidade das análises realizadas pelos planejadores do PEM para a gestão costeira?

Os dados hidrográficos aproveitados pelo CHM são coletados e processados de acordo com a NORMAM-501, no caso de entidades executantes externas, ou segundo Instruções Técnicas específicas, no caso dos navios da Marinha. Essas normas estão alinhadas com padrões internacionais estabelecidos pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI), como a publicação S-44, que define as exigências mínimas de qualidade para levantamentos hidrográficos, de acordo com a finalidade do uso dos dados.

Além da S-44, o CHM também adota as especificações da S-57, que normatiza a estrutura dos dados cartográficos vetoriais utilizados na produção das Cartas Eletrônicas de Navegação (ENC). Embora a S-57 esteja em processo de transição para o novo padrão S-100, ela continua sendo a base oficial para a produção e disseminação das ENC atualmente em vigor. Já a S-4 fornece diretrizes específicas para a representação gráfica de feições nas cartas náuticas em papel, assegurando padronização simbólica e consistência internacional na comunicação das informações ao navegante.

A conformidade com esses padrões contribui diretamente para a qualidade e a confiabilidade dos produtos derivados. No contexto do PEM, isso significa que os dados disponibilizados pelo CHM podem ser integrados com segurança em sistemas de informação geográfica, modelos de análise espacial e processos de tomada de decisão relacionados à ocupação do espaço marinho. A ausência de aderência a esses padrões aumentaria os riscos de imprecisões, interpretações equivocadas e

sobreposição inadequada de usos, comprometendo a gestão costeira e a segurança da navegação.

6. Ao desenvolver um produto derivado, como um mapa de declividade ou de classificação do fundo marinho, qual é a finalidade de gestão pretendida por vocês? Que tipo de decisão ou análise vocês acreditam que um planejador do PEM poderia tomar com base nesses produtos derivados?

A finalidade principal dos produtos derivados, como mapas de declividade ou de classificação do fundo marinho, é ampliar a aplicabilidade dos dados hidrográficos brutos, oferecendo informações sintetizadas que possam ser utilizadas por gestores, planejadores e tomadores de decisão que não necessariamente tenham formação técnica especializada em hidrografia.

Esses produtos apoiam a avaliação de áreas quanto à sua aptidão para determinados usos, como instalação de cabos submarinos, implantação de estruturas offshore, definição de rotas seguras de navegação ou identificação de zonas sensíveis para conservação ambiental. Por exemplo, um mapa de declividade pode indicar áreas com risco de instabilidade ou sedimentação, enquanto um mapa de substrato pode ajudar a identificar regiões com fundo rochoso ou arenoso, mais ou menos adequadas à fixação de fundações.

No contexto do PEM, essas camadas derivadas facilitam análises comparativas, delimitações mais criteriosas e decisões baseadas em evidências, contribuindo para reduzir conflitos entre usos e melhorar a eficiência da ocupação do espaço marinho. A utilidade desses produtos está, portanto, diretamente associada à sua capacidade de traduzir dados técnicos em informação geoespacial acessível, rastreável e confiável.

7. Existem dados ou produtos hidrográficos que, na sua opinião, possuem grande potencial para aprimorar a gestão costeira pelos executores do PEM? Se sim, quais seriam e por quê?

Sim. A NAD-DHN define os dados e informações que podem ser disponibilizados de forma pública e gratuita, com prioridade para usos científicos e institucionais. Entre os conjuntos de dados com maior potencial de aplicação no PEM,

destacam-se os dados batimétricos adquiridos no âmbito do Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC). Esses dados, quando solicitados conforme as diretrizes normativas, podem ser utilizados por pesquisadores e gestores para gerar produtos próprios voltados à caracterização do fundo marinho, à definição de áreas de uso e à análise de risco.

Além da batimetria, outras informações disponibilizadas sob demanda e com potencial para uso na gestão costeira incluem séries históricas de maré, dados de correntes, propriedades físico-químicas da água e dados geofísicos como sísmica de subfundo e gravimetria. Esses dados são coletados por diversas instituições em Águas Jurisdicionais Brasileiras e reunidos pelo CHM, que os armazena e disponibiliza por meio do BNDO, com base na NAD-DHN.

Já os produtos propriamente ditos gerados pelo CHM, como as Cartas Náuticas e publicações associadas, têm como finalidade principal a segurança da navegação. No entanto, os dados armazenados e geridos pelo CHM possuem amplo potencial de reaproveitamento, contribuindo para embasar decisões no âmbito do PEM e da gestão integrada do espaço oceânico.

8. Quais são os principais desafios técnicos (interoperabilidade de sistemas, formatos de dados, volume de informação, políticas de acesso) para integrar os dados do CHM às plataformas de PEM? Como esses desafios podem limitar ou dificultar uma delimitação mais precisa e otimizada dos usos do espaço marinho?

A integração dos dados geridos pelo CHM às plataformas de PEM envolve desafios técnicos e institucionais. Por um lado, é importante reconhecer que a IDEM-DHN já oferece formato estruturado de intercâmbio de dados, com serviços compatíveis com os padrões OGC (como WMS, WFS e WCS) e com download direto de diversos dados abertos previstos na NAD-DHN, o que representa um avanço importante em termos de interoperabilidade e acessibilidade.

No entanto, persistem desafios relevantes. Um deles é a familiaridade técnica por parte dos usuários externos, que nem sempre estão habituados a lidar com os formatos e padrões técnicos adotados na hidrografia. Isso pode dificultar o

aproveitamento pleno de dados como séries temporais, camadas geofísicas ou batimétricas em alta resolução.

Outro ponto é que dados mais complexos ou específicos, embora disponíveis sob demanda via BNDO, exigem trâmites formais e definição detalhada dos parâmetros de interesse, o que pode ser percebido como uma barreira por instituições externas que atuam com prazos curtos ou sem conhecimento prévio do sistema. Além disso, mesmo com formatos definidos, o grande volume de informação e a ausência de produtos diretamente voltados ao PEM (como sínteses temáticas ou mapas de aptidão) ainda demandam esforço por parte do usuário para adaptar os dados à sua finalidade.

Esses fatores podem dificultar a delimitação precisa e tecnicamente fundamentada dos usos do espaço marinho, especialmente quando há necessidade de cruzamento com dados de outras fontes. A expansão do uso da IDEM-DHN, o estímulo à produção de produtos intermediários com foco em gestão e a capacitação dos usuários são caminhos para mitigar essas limitações e fortalecer a integração entre a produção técnica e o PEM.

9. Como o CHM colabora com a SECIRM e os executores do PEM para "traduzir" o dado hidrográfico bruto em informação geoespacial que seja diretamente aplicável à gestão? O CHM produz ou pretende produzir produtos de informação (ex: mapas de declividade, mapas de potencial de risco à navegação, etc.) derivados dos dados primários para facilitar o uso por não especialistas?

A colaboração do CHM com a SECIRM e os executores do PEM ocorre principalmente por meio do fornecimento de dados técnicos qualificados, com rastreabilidade e metadados completos, além da disponibilização pública de camadas geoespaciais por meio da IDEM-DHN. Essa estrutura já permite o acesso a cartas náuticas raster, séries históricas de maré, boias meteoceanográficas, estações maregráficas, entre outros insumos que podem ser utilizados em análises espaciais.

No entanto, é importante destacar que o CHM não possui como missão central a produção de produtos derivados específicos para o PEM, como mapas temáticos de declividade ou de potencial de risco. A ênfase institucional está voltada à produção cartográfica náutica oficial e à segurança da navegação. Os dados sob

responsabilidade do CHM, como batimetria, correntes e informações geofísicas, podem sim ser utilizados para fins de gestão e zoneamento, mas a tradução desses dados em produtos finalísticos adaptados à linguagem do planejamento normalmente cabe aos órgãos gestores ou a projetos acadêmicos específicos.

Apesar disso, o CHM tem mantido um diálogo crescente com instituições envolvidas no PEM, por meio da SECIRM, e reconhece a importância de ampliar a utilidade dos dados disponibilizados. A consolidação da IDEM-DHN e a adoção de padrões modernos de interoperabilidade, como os previstos na série S-100 da OHI, contribuem para facilitar o uso dos dados por profissionais de fora do meio hidrográfico, inclusive por não especialistas.

10. Quais geotecnologias (softwares de processamento hidrográfico, Sistemas de Informação Geográfica, bancos de dados espaciais) são o padrão atual no CHM para processar, analisar e visualizar os dados hidrográficos?

O CHM utiliza um conjunto consolidado de geotecnologias especializadas para o tratamento, análise e visualização de dados hidrográficos, com ênfase na produção cartográfica e na gestão de informações espaciais.

No processamento hidrográfico, os principais softwares adotados são os da suíte CARIS, em especial o HIPS & SIPS, utilizado para o tratamento de dados de levantamentos multifeixe e monofeixe, e o HPD Source Editor, responsável pela catalogação e organização dos dados que alimentam a produção cartográfica. Para a confecção das cartas náuticas propriamente ditas, são utilizados o HPD Paper Chart Editor (para cartas impressas) e ferramentas de verificação integradas ao processo de produção eletrônica (ENC).

Em relação ao armazenamento e consulta de dados geoespaciais, o CHM utiliza bancos de dados compatíveis com o padrão PostgreSQL/PostGIS, permitindo consultas espaciais eficientes e integradas às necessidades da produção cartográfica. A disseminação dos dados é feita por meio da Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM-DHN), que utiliza tecnologias como GeoServer e GeoNetwork para publicação de serviços web (WMS, WFS, WCS) e catálogos de metadados.

Embora o foco institucional não esteja na análise SIG generalista, ferramentas como QGIS podem ser utilizadas pontualmente em ambientes de apoio técnico ou

para fins acadêmicos. A padronização dos processos e a adoção de tecnologias compatíveis com normas internacionais (como os padrões da OHI) garantem rastreabilidade, interoperabilidade e qualidade nos produtos finais.

Bloco C – Inovação Tecnológica e Futuro

11. Qual inovação tecnológica na coleta ou processamento de dados (ex: uso de Inteligência Artificial para classificação de fundo, veículos autônomos para levantamentos) teria, na visão do CHM, o maior impacto na capacidade de delimitar áreas, com maior precisão e segurança, para usos múltiplos e conflitantes?

Na visão do CHM, as inovações com maior potencial de impacto na capacidade de delimitação precisa e segura de áreas marinhas envolvem dois campos complementares: a automação da coleta de dados por meio de veículos autônomos e o uso de técnicas avançadas de processamento, como algoritmos de Inteligência Artificial (IA) para aprimoramento da modelagem numérica do tempo e classificação de feições submarinas.

A introdução de veículos autônomos de superfície ou submarinos (como USVs e AUVs) permite ampliar significativamente a cobertura e a frequência dos levantamentos, com custos reduzidos e maior segurança operacional. Esses meios são especialmente úteis em áreas remotas, rasas ou de difícil acesso, e podem operar de forma contínua com mínima intervenção humana. Essa capacidade favorece a atualização mais frequente dos dados e a coleta dirigida para fins específicos, como avaliação de fundos para assentamento de estruturas offshore ou áreas de exclusão.

No campo do processamento, o uso de IA para reconhecimento de padrões, classificação automática de substratos ou análise de dados multivariados pode acelerar e padronizar a extração de informações a partir de grandes volumes de dados brutos, como imagens de sonar ou dados de perfilador de subfundo. Isso favorece a criação de produtos derivados voltados à gestão, como mapas temáticos de aptidão ou risco.

12. Pensando no futuro do PEM no Brasil, qual seria o impacto de se ter um "Gêmeo Digital do Oceano" (Digital Twin of the Ocean) para a costa brasileira, alimentado em tempo real com dados hidrográficos e oceanográficos do CHM? Como essa ferramenta poderia transformar a gestão costeira de reativa (baseada em dados históricos) para preditiva e dinâmica?

A implementação de um Gêmeo Digital do Oceano (DTO) para a costa brasileira permitiria a transição da gestão costeira de um modelo reativo, baseado em diagnósticos passados, para um modelo preditivo e adaptativo, orientado por simulações em tempo real e por análises de cenário. Seria possível antecipar os efeitos de empreendimentos costeiros, modelar o impacto de eventos extremos, testar diferentes alocações de usos do mar e prever conflitos entre atividades como pesca, navegação e geração de energia offshore.

O CHM, como órgão responsável pela custódia e disseminação de grande parte dos dados hidrográficos e oceanográficos nacionais, já dispõe de estruturas como o BNDO e a IDEM-DHN, que podem servir de alicerce técnico para um DTO. A disponibilização pública de dados por meio da NAD-DHN e a adoção de padrões internacionais de interoperabilidade são passos importantes que já foram dados nesse sentido.

APÊNDICE C – Entrevista de Pesquisa sobre os Dados Hidrográficos no âmbito do PEM (Pesquisador experto do PEM)

Entrevistado: Alexandre Rocha Violante, Capitão de Mar e Guerra (Rm1), Pós-Doc (c) em Direito na NOVA School of Law (Portugal), Professor do PPGEM-EGN, Professor Colaborador da Graduação em Relações Internacionais da UFF, Coordenador Científico da Revista Caderno de Ciências Navais (EGN), Coordenador Científico do Grupo de Estudos em Estratégia Naval da EGN e Pesquisador do Núcleo de Estudos Avançados (NEA-INEST-UFF).

Local: Lisboa-PRT.

Data: 30 de junho de 2025.

ENTREVISTA

Bloco A: Estratégia, Governança e os Desafios (Fase 1)

1. O Senhor poderia descrever, de forma geral, qual a importância para o desenvolvimento do PEM para a Região Marinha do Sudeste?

O PEM é multidisciplinar e envolve um número significativo de usos combinados em interação contínua com o ecossistema marinho. Respondendo de forma geral, entendo ser importante o mapeamento de todas as atividades, seus hot spots, bem como possíveis soluções de conflitos que se transformem em oportunidades. De forma geral, para todo e qualquer PEM:

- Integrar as cinco dimensões transversais do PEM (socioeconômica, ambiental, CT&I, ordenamento territorial e governança);
- Conduzir workshops e consultas públicas com federações, comunidades ribeirinhas, gestores culturais e atletas;
- Propor cenários futuros que valorizem emprego, renda e conservação, a partir de uma metodologia ecossistêmica.

3. O edital do BNDES para o PEM Sudeste é um marco, detalhando um processo complexo de 3 fases e 13 atividades. Do ponto de vista estratégico, qual o maior desafio da Fase 1: o levantamento e validação de dados para os 10 cadernos

setoriais ou a articulação política com o grande número de *stakeholders* já na Atividade 1?

O maior desafio estratégico de qualquer PEM é, definitivamente, a articulação política com os stakeholders, pois estabelece a base para todo o processo subsequente. O PEM é fundamentalmente um processo político que envolve múltiplos atores com interesses divergentes.

A experiência brasileira, desde 2012, apresentada em minha tese de doutorado, mostra que sem uma governança efetiva coordenada pela SECIRM e o engajamento adequado dos diversos ministérios, governos dos Estados, municipalidade costeira e demais atores, o levantamento de dados pode ser afetado.

Os projetos pilotos do PEM do Brasil têm considerado os dados já lançados na plataforma INDE. Obviamente, em face do lançamento e início da elaboração dos PEM Sul, Nordeste e Sudeste, novos dados tem se apresentado após ratificação. No entanto, é importante ressaltar que, sem governança efetiva e instrumentos de mediação, o levantamento técnico e validação de dados, por mais rigoroso que seja, pode não se traduzir em implementação prática.

4. A Atividade 3 prevê a "identificação da base ecossistêmica", usando descritores físicos como proxys para mapear habitats. Como o consórcio pretende obter ou processar os dados batimétricos e de retroespalhamento acústico com a qualidade necessária para este mapeamento ecossistêmico, que é a base de toda a análise?

Primeiramente, não falo em nome do consórcio. De forma geral, como pesquisador, verifiquei que o edital não contempla novos dados em pesquisa de campo. Acredito que dados ainda não lançados na plataforma INDE podem acrescentar bastante ao trabalho. Mas para isso devem ser consolidados e ratificados pela equipe do PEM. Parcerias estratégicas com instituições como o Centro Hidrográfico da Marinha são importantes.

A futuro, dado que o PEM é cíclico, está sempre em atualização, o Brasil pode aproveitar capacidades tecnológicas já desenvolvidas através de programas estratégicos, que têm gerado *spillovers* tecnológicos importantes para o mapeamento dos fundos marinhos.

5. Em sua tese de Doutorado, “O SUBMARINO CONVENCIONAL COM PROPULSÃO NUCLEAR BRASILEIRO NO PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO: Análise e Avaliação da Implementação (2012 a 2022), o senhor argumenta sobre a necessidade de dar "principalidade" à Defesa Nacional no PEM. No contexto do projeto do PEM Sudeste, com seus múltiplos interesses setoriais, qual seria a melhor abordagem para materializar esse princípio? Como fazer com que o 'Caderno Setorial de Segurança e Defesa' sirva de guia para os demais, e não apenas como um documento isolado?"

Defendo na tese a **transversalização** das diretrizes de segurança e defesa. Continuo com essa certeza. A materialização da principalidade da defesa no PEM Sudeste deve ocorrer através da integração transversal das considerações de segurança e defesa em todos os cadernos setoriais, não apenas no caderno específico.

Isso significa: (1) estabelecer a defesa militar-naval como elemento garantidor e integrador dos demais setores; (2) considerar as implicações de segurança marítima em cada atividade setorial; e (3) assegurar que o planejamento contribua para as tarefas básicas do Poder Naval - dissuasão, negação do uso do mar, controle de área marítima e projeção de poder.

Ou seja, a participação ativa da Defesa em oficinas multissetoriais é fundamental, de modo que o Caderno de Segurança e Defesa oriente decisões de uso comum dos espaços marinhos, especialmente para a aplicação dos mecanismos para resolução de conflitos de usos, que podem se transformar em oportunidades aos *stakeholders* envolvidos.

6. Quais foram os principais aprendizados do PEM Sul, especialmente em relação ao desenvolvimento do seu Geoportal e à articulação intersetorial, que estão sendo aplicados ou adaptados para o PEM Sudeste?

O PEM Sudeste está em fase inicial de elaboração e o PEM Sul ainda não terminou. Mas, como estudioso do tema “Planejamento Espacial Marinho”, tenho acompanhado bastante as atualizações disponíveis desse processo. Acredito que alguns dos principais aprendizados sejam: (1) a importância da coordenação interministerial desde o início do processo; (2) a necessidade de desenvolver

capacidades técnicas específicas para integração de dados heterogêneos; (3) a relevância da participação social efetiva, com inclusão precoce de atores locais em todas as fases; (4) mediação de conflitos de uso e construção cooperativa de cenários; e (5) a importância de estabelecer, desde o início, os marcos regulatórios que darão sustentação legal ao plano.

Ressalta-se que o Geoportal desenvolvido no PEM Sul serve como base tecnológica, mas deve ser adaptado às especificidades das demais regiões marinhas.

Bloco B: A Realidade da Integração de Dados (Fase 2)

7. A Atividade 7 prevê a alimentação de um Geoportal de Apoio à Decisão (GADPEM), preferencialmente aproveitando a ferramenta desenvolvida no PEM Sul. Conversas com gestores do processo sugerem uma dificuldade em harmonizar dados de diferentes fontes e padrões. Qual a principal barreira tecnológica e metodológica que o consórcio antecipa para integrar dados tão heterogêneos (dados hidrográficos S-57 / S-100 do CHM, dados de sísmica da indústria, dados de mapeamento participativo da pesca, etc.) em uma plataforma funcional?

Pergunta bem complexa. Não conheço a posição do consórcio. Como curioso de questão tão específica, compreendo que a falta de padronização e interoperabilidade entre diferentes sistemas de dados é, sim, um gap.

O senhor colocou que dados hidrográficos S-57/S-100, dados sísmicos da indústria e dados de mapeamento participativo operam em padrões distintos. Uma possível solução pode ser a adoção de protocolos de dados marinhos padronizados, além do desenvolvimento de capacidades técnicas específicas para harmonização contínua e governança de dados.

8. A Atividade 8 foca na análise de sobreposições, sinergias e pressões. Uma expectativa que emerge das discussões na SECIRM é que o PEM defina "Unidades de Planejamento e Gestão (UPG)" com base nos habitats mapeados. Na sua visão, os dados hidrográficos (relevo, tipo de fundo) serão a camada primária para definir essas UPGs, ou eles competirão com critérios socioeconômicos e políticos?

Baseado na abordagem ecossistêmica defendida na minha tese de doutorado, os dados hidrográficos devem, sim, constituir a camada primária, pois representam a base física do ecossistema marinho sobre a qual todas as outras atividades se desenvolvem. Devem, ainda, ser complementados por critérios socioeconômicos e político-estratégicos de forma integrada, garantindo UPGs que reflitam tanto relevo e tipo de fundo quanto valor cultural, econômico e de segurança das áreas.

9. A Atividade 10 exige a projeção de cenários futuros (10, 15 e 20 anos). Como a incerteza e a desatualização dos dados hidrográficos em áreas estratégicas, como a Elevação do Rio Grande, podem impactar a confiabilidade desses cenários de longo prazo?

Creio que tudo se resolverá a contento. Será feito o melhor trabalho possível pelos pesquisadores que fazem parte desse relevante projeto. No mais, áreas estratégicas como a Elevação do Rio Grande e outras requerem mapeamento detalhado e constante, não apenas para fins econômicos, mas também para considerações de segurança e defesa.

Este PEM não será o último. Essa ferramenta prevê constantes atualizações. Nessa continuidade, creio, como pesquisador, que haverá um programa contínuo de atualização de dados e revisões periódicas do Geoportal, de modo a integrar capacidades nacionais de pesquisa oceanográfica e tecnologias desenvolvidas pelo complexo militar-naval.

Bloco C: Da Análise à Gestão (Fase 3)

10. A Atividade 12 prevê a elaboração do Plano de Gestão Espacial Marinho (PGEM), com regras para áreas de gestão e resolução de conflitos. Poderia detalhar como um dado hidrográfico de qualidade influencia diretamente a formulação de uma "regra de gestão"? Por exemplo, como uma batimetria precisa pode levar à criação de uma regra que restringe o tipo de artefato de pesca em uma determinada área para proteger cabos submarinos, ou então levar à definição da localização de estruturas offshore, resultando em economia e redução de riscos?

Dados hidrográficos precisos são fundamentais para formulação de regras efetivas. Por exemplo, uma batimetria detalhada permite identificar: (1) rotas de cabos submarinos críticos para infraestruturas estratégicas, definindo áreas de restrição para atividades pesqueiras ou instalação de estruturas offshore; (2) definir áreas para estruturas offshore, otimizando rotas de navios e evitando riscos operacionais. Essas ações não apenas geram economia e redução de riscos, mas também protegem infraestruturas críticas à segurança nacional.

11. A Atividade 11 propõe "oficinas de negociação intersetorial" para escolher um cenário preferencial. Como o consórcio pretende utilizar os dados (ambientais e hidrográficos) como uma ferramenta objetiva para equilibrar o poder nessas negociações e garantir que a decisão não seja puramente política ou econômica?

Não sei como o consórcio abordará essa questão.

Como pesquisador, acredito que os dados ambientais e hidrográficos devem servir como base científica objetiva para as negociações intersetoriais, mas sempre considerando que o PEM é essencialmente um processo político. A estratégia passa por estabelecer critérios técnicos claros baseados na melhor ciência disponível, mas reconhecendo que as decisões finais sempre envolvem *trade-offs* políticos. A Defesa Nacional deve ter peso específico nessas negociações, nesse processo, dado seu papel garantidor dos demais setores.

12. A Atividade 13 culmina com a proposta de um documento formalizador do PEM, uma minuta de ato normativo. Emerge das discussões com o Serviço Hidrográfico a tendência de que sua missão não é gerar produtos derivados (mapas de declividade, risco, etc.) para o PEM. Quem, então, assume a responsabilidade técnica e legal por esses produtos de análise que embasarão este ato normativo?

Esta é uma questão crítica de governança. Baseado na experiência brasileira analisada na tese de doutorado, a responsabilidade técnica deve ser compartilhada entre as instituições especializadas, como:

- **Centro Hidrográfico da Marinha** (dados base hidrográficos);

- **SECIRM** – como um dos órgãos coordenadores em conjunto com o **Ministério do Meio Ambiente (MMA)** (integração intersetorial e supervisão metodológica).
- **Academia** (análises sociais, ambientais, econômicas e política-estratégicas).
- **Órgãos Estaduais e de municipais afetos, além de *stakeholders* privados** (dados setoriais).

Em resumo, é fundamental estabelecer, claramente, as competências e responsabilidades de cada ator no marco regulatório do PEM.

Bloco D: Perspectivas Futuras e o Legado do PEM Sudeste

13. A literatura internacional e as perspectivas observadas no Serviço Hidrográfico apontam os "Gêmeos Digitais do Oceano (DTO)" como um possível futuro da gestão preditiva. O projeto do PEM Sudeste, com seu Geoportal e a integração de dados dinâmicos, pode ser considerado um alicerce para um futuro DTO da costa brasileira? Quais seriam os próximos passos necessários após 2027?

O PEM, como um todo, tem por base a integração de dados dinâmicos e desenvolvimento de capacidades de geoportal. Assim, estabelecem-se as bases tecnológicas e metodológicas para um futuro DTO da costa brasileira.

A criação de um Geoportal é um passo muito importante. É difícil discutir passos de um projeto que por ora se inicia, com tão poucas informações disponíveis. A partir de dados analisados em minha tese de doutorado, considero relevante: (1) expansão da rede de sensores oceânicos; (2) desenvolvimento de capacidades de modelagem preditiva de uso múltiplo; (3) integração com sistemas de defesa e segurança marítima; (4) estabelecimento de protocolos de dados em tempo real; e outros.

14. Ao final do projeto de 36 meses, qual o senhor acredita que será o principal legado do PEM Sudeste: o Plano de Gestão em si, a base de dados integrada no Geoportal, ou a maturidade de governança alcançada entre os diferentes setores?

O principal legado será a maturidade de governança alcançada entre os diferentes setores, estabelecendo um modelo replicável para outras regiões marinhas nacionais. Embora o Plano de Gestão e a base de dados sejam importantes, é a capacidade institucional desenvolvida - incluindo a integração efetiva da defesa militar-naval como elemento estruturante - que permitirá ao Brasil avançar na gestão soberana e sustentável de seus espaços marítimos, contribuindo para os objetivos nacionais de desenvolvimento e projeção de poder marítimo.

REFERÊNCIAS

- VIOLANTE, Alexandre Rocha. O Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro no Planejamento Espacial Marinho: Análise e Avaliação da Implementação (2012 a 2022). Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense, 2023. 351p.
- BNDES, RFI 013/2022 – Projeto Piloto PEM Sudeste.