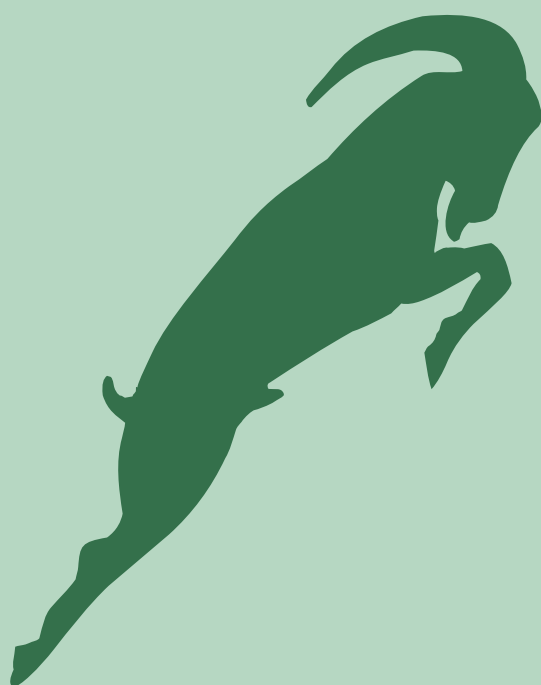




ANALIS HIDROGRÁFICOS

TOMO LXXXI



2024

ISSN 0373-9260



MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

ANAIS HIDROGRÁFICOS

REVISTA ANUAL DA DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

TOMO LXXXI

BRASIL

Anais Hidrográficos	Rio de Janeiro	T. 81	p. 1-240	2024
---------------------	----------------	-------	----------	------

ANAIS HIDROGRÁFICOS – Publicação anual da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, cujo propósito é manter os hidrógrafos e a comunidade científica marítima informados sobre as atividades desenvolvidas pela DHN, bem como divulgar, por meio de artigos técnico-científicos, os diversos assuntos conduzidos no âmbito desta Diretoria.

EDIÇÃO: Superintendência de Capacitação de Pessoal e Gestão do Conhecimento.
CONSELHO EDITORIAL da DHN.

Os trabalhos originais e inéditos aqui publicados são de propriedade da DHN e de seus autores. Portanto, só podem ser reproduzidos, em parte ou no todo, com a expressa autorização de ambas as partes. Os conteúdos dos artigos são de responsabilidade dos autores, não constituindo necessariamente a opinião da DHN.

AOS AUTORES – A revista aceita colaboração, na forma de trabalhos originais e inéditos ou de resumos informativos e resenhas críticas de teses, artigos técnico-científicos, conclaves ou palestras relativas à Hidrografia, Navegação, Sinalização Náutica, Oceanografia, Geologia e Geofísica Marinha e Meteorologia Marinha. As colaborações devem ser entregues digitadas em meio digital no editor de texto MS Word for Windows e as imagens enviadas em arquivo separado com resolução de no mínimo 300dpi, acompanhadas dos originais, à Superintendência de Capacitação de Pessoal e Gestão do Conhecimento até a 1ª quinzena de março. O texto dos originais deve ter entre 250 e 500 linhas e o das resenhas/resumos entre 75 e 150 linhas. Na confecção dos artigos deve-se seguir as seguintes Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 6021, NBR 6022, NBR 6023, NBR 6024, NBR 6027, NBR 6028, NBR 10520 e NBR 14724. As referências bibliográficas devem ser apresentadas em lauda separada. Os trabalhos devem ser acompanhados de um sumário, com o máximo de 10 linhas, e do currículo do autor, com até 5 linhas, iniciando-se pelo seu nome.

ANAIS HIDROGRÁFICOS
Diretoria de Hidrografia e Navegação
Rua Barão de Jaceguai s/n
24048-900 – Niterói, RJ – BRASIL
Email: dhn.secom@marinha.mil.br

© Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha do Brasil. 2025.

A532 Anais Hidrográficos / Diretoria de Hidrografia e Navegação -
Rio de Janeiro: A Diretoria, 2024
t.81, p.1-240 : il., graf.

Anual

ISSN 0373-9260

1. Hidrografia I. Brasil. Diretoria de Hidrografia e
Navegação.

CDD 551.46005

APRESENTAÇÃO

Tenho a honra de apresentar o Tomo LXXXI dos Anais Hidrográficos, mantendo o rumo firme na tradição da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) de registrar e divulgar as ações realizadas ao longo do ano de 2024. Esta edição reflete também o conhecimento técnico-científico produzido, fruto do contínuo empenho em pesquisa, inovação e aperfeiçoamento dos homens e mulheres do mar que, com dedicação e profissionalismo, vêm contribuindo de maneira marcante para os campos da Hidrografia, Navegação, Sinalização Náutica, Oceanografia, Geologia e Geofísica Marinha, além da Meteorologia Marinha.

Este volume encontra-se organizado em seções que contemplam as principais ações e contribuições da DHN. A abertura é marcada pela aula inaugural da 77ª Turma do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO), ministrada pelo Chefe do Gabinete do Comandante da Marinha, Vice-Almirante André Moraes Ferreira. A apresentação teve como enfoque as denominadas "virtudes hidrográficas" - comprometimento, persistência e relevância. Esses valores foram apresentados como elementos orientadores da conduta profissional dos oficiais hidrógrafos, alinhando-se aos princípios que norteiam a formação técnico-científica e o exercício das suas funções.

Adicionalmente, contempla as seguintes seções: produção cartográfica, com os dados e publicações náuticas do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM); programas de conclave e intercâmbios; participação de militares da DHN nos cursos e estágios em organizações extramarinha; formação de oficiais e praças nos cursos regulares, bem como os prêmios escolares concedidos aos alunos que se destacaram pelo seu desempenho escolar; comissões conduzidas pelos navios do Grupamento de Navios Hidroceanográficos (GNHo), Centros de Hidrografia e Navegação e pelos Serviços de Sinalização Náutica; e artigos científicos, como resultados de pesquisas desenvolvidas nas áreas de interesse da DHN, contribuindo para o avanço do conhecimento técnico-científico.

Como fechamento, são incluídas as Efemérides Hidrográficas alcançadas pelos navios do GNHo; CHM; Centro de Hidrografia e Navegação do Oeste (CHN-6); Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR); e Serviço de Sinalização Náutica do Leste (SSN-2) e Sul-Sudeste (SSN-8).

A publicação deste tomo representa a reafirmação do compromisso da DHN com a comunidade hidrográfica ao disseminar seu conteúdo, refletindo o empenho e a dedicação dos profissionais que integraram as diversas frentes de atuação da DHN ao longo do ano de 2024. Convido, assim, o leitor a mergulhar nessas páginas, onde encontrarão artigos inovadores nas áreas de Hidrografia e Navegação.

Boa leitura!

Niterói, RJ, 28 de setembro de 2025.



MARCO ANTÔNIO LINHARES SOARES
Vice-Almirante
Diretor de Hidrografia e Navegação

SUMÁRIO

- 06** PRINCIPAIS CARGOS E FUNÇÕES
AO FINAL DO ANO DE 2024
- 11** AULA INAUGURAL
- 22** CERIMÔNIA MILITAR DO DIA DO HIDRÓGRAFO DE 2024
- 25** COMANDANTE FERRAZ: UMA BREVE VIDA DEDICADA À
HIDROGRAFIA, À PESQUISA OCEANOGRÁFICA E À PRESENÇA
BRASILEIRA DA ANTÁRTICA
Capitão de Fragata Vinícius Santos Pessanha
- 39** “NAVEGAR É PRECISO!”: UMA REFLEXÃO SOBRE A
IMPORTÂNCIA DO DOMÍNIO DA MEDIÇÃO DO TEMPO NA
NAVEGAÇÃO CONTEMPORÂNEA
Capitão de Corveta Daniel Martins Saraiva Leontsinis
- 57** SISTEMA DE GEOINFORMAÇÃO AMBIENTAL MARINHO
(SISGEOMAR)
Capitão de Mar e Guerra (RM1) Amaury Poyares Rocha
Capitão de Mar e Guerra (RM1) Edson Carlos Furtado Magno
Capitão de Fragata (T) Vladimir Costa Maluf
Capitão-Tenente (RM2-T) Fabiana Franco de Vasconcelos Dias de Sá
Primeiro-Tenente (RM2-T) Laís Baroni Villet
Primeiro-Tenente (RM2-T) Bruna Quintan Fortunato
- 62** DO CATARINA AO BIGUÁ: 22 ANOS DE MONITORAMENTO DE
CICLONES NA METAREA V
Capitão de Fragata (T) Gisele dos Santos Alves
Capitão-Tenente (T) Diego Pedroso
Primeiro-Tenente (T) Felipe Romão Sousa Correia
- 68** CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE ABRIL E
MAIO DE 2024: A ATUAÇÃO DO SERVIÇO METEOROLÓGICO
MARINHO
Capitão-Tenente (T) Diego Pedroso
- 72** LEVANTAMENTO HIDROCEANOGRÁFICO DE FIM DE CURSO
(LHFC) 2024: UMA EPOPEIA HIDROGRÁFICA NO CANAL DE
SÃO SEBASTIÃO
Primeiro-Tenente Sanriley Bentes Cordeiro
- 79** A EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE NO NAVIO DA ARMADA
ARGENTINA “ALMIRANTE IRIZAR” POR OCASIÃO DA
CAMPANHA DE VERÃO ANTÁRTICA (CAV) 2023/2024
Capitão-Tenente Luis Felipe Garla Gomes
- 83** DO “MAR DE GRAU” À PENÍNSULA ANTÁRTICA, UM ORGULHO
DA POPULAÇÃO PERUANA: A EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE
NO NAVIO DA ARMADA PERUANA CARRASCO POR OCASIÃO
DA ANTAR XXX
Capitão de Corveta João Paulo Martins Camelo
- 86** SEIS DIAS NA LINHA DO EQUADOR: RELATO DE UM OFICIAL
DE MARINHA A BORDO DO VELEIRO WITNESS
Capitão-Tenente Jonatan de Souza Cavalcante

ANAIIS HIDROGRÁFICOS

Publicação anual, produzida e editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação e pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino localizado na Rua Barão de Jaceguai, s/no. Ponta da Armação. CEP 24048-900 – Niterói – RJ

Diretor

Vice-Almirante Marco Antônio Linhares Soares

Presidente do Conselho Técnico

Capitão de Mar e Guerra Dieferson Ramos Pinheiro

Coordenador

Capitão de Mar e Guerra Wagner Luiz Honorato Pereira

Editores

Capitão de Fragata Wallace Fernandes de Lima
Capitão de Corveta (Quadro Técnico) Carla Luzia de Oliveira Silvino
Suboficial (Higiene Dental) Andrea Barbosa Fagundes Varela
Segundo-Sargento (Hidrógrafo) Jeferson Brião Oliveira
Terceiro-Sargento (Faroleiro) Nonato Júnior Monteiro da Silva

Revisão

Revisores Técnicos

Capitão de Fragata Vinicius Santos Pessanha
Capitão de Corveta (Quadro Técnico) Rodrigo De Souza Barreto Mathias
Capitão de Corveta Daniel Martins Saraiva Leontsinis
Professor Doutor Alexandre Luiz Coelho
Professora Doutora Fabíola Valéria Barreto Teixeira
Capitão de Fragata (Corpo de Engenheiros da Marinha) Flávia Mandarino

Revisora ortográfica

Capitão-Tenente (Quadro Técnico) Gabriela Amaral de Rezende

Projeto Gráfico e Editoração

Servidor Civil Marcos Mendonça de Moraes
Segundo-Sargento (Gráfica) Amanda Silva Galvão
Terceiro-Sargento (Gráfica) Válder Luiz da Silva Santos
Cabo (Gráfica) Lais Almeida da Silva
Cabo (Gráfica) Mateus Sousa da Silva
Cabo (Gráfica) Matheus Rodrigues de Oliveira

Capa

Departamento Industrial Gráfico da BHMN
Servidor Civil Marcos Mendonça de Moraes

90

EMBARQUE DE OFICIAL OBSERVADORA NO NAVIO DE PESQUISA OCEANOGRÁFICA “METEOR”

Capitão-Tenente (T) Fernanda Monteiro Passamani

93

I – PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA

94

II – PROGRAMA DE CONCLAVES E INTERCÂMBIOS

97

III – CURSOS E ESTÁGIOS EM INSTITUIÇÕES EXTRAMARINHA

99

IV – CURSOS REGULARES

Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO)
Curso de Aperfeiçoamento em Hidrografia e Navegação (C-Ap-HN)
Curso de Aperfeiçoamento de Faroleiro (C-Ap-FR)

109

V – COMISSÕES

163

VI – ARTIGOS

A EVOLUÇÃO DO PARADIGMA DO CONSUMO DE DADOS MARINHOS: A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS (IDEM) E OS PADRÕES S-100

Capitão-Tenente Felipe Rodrigues Santana
Capitão-Tenente (RM2-T) Fabiana Franco de Vasconcelos Dias de Sá
Capitão de Fragata (EN) Christopher Florentino
Primeiro-Tenente (RM2-EN) Laís Baroni Villet

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE POLÍMEROS REFORÇADOS COM FIBRA (FRP) E FIBRA DE COCO COMO REFORÇOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: DURABILIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA. UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO SUSTENTÁVEL PARA A RECONSTRUÇÃO DO FAROLETE ITAPACIS, NA BAÍA DE GUANABARA-RJ

Capitão-Tenente (T) Mariana de Castro Michimoto
Prof. Dr. Newton Narciso Pereira

175

ANÁLISE DE ONDAS DE LESTE NO OCEANO ATLÂNTICO SUL UTILIZANDO O ALGORITMO TROPICAL WAVE TRACKER (WPC/NWS/NOAA)

Capitão de Corveta (T) Rodrigo de Souza Barreto Mathias

186

205

INFLUÊNCIA REMOTA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (TSM) DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS)

Primeiro-Tenente Vinicius Batista da Silva
Profª Fabíola Valéria Barreto Teixeira

233

VII – EFEMÉRIDES HIDROGRÁFICAS



Visite os Anais Hidrográficos em:
<https://www.marinha.mil.br/dhn/>

PRINCIPAIS CARGOS E FUNÇÕES AO FINAL DO ANO DE 2024

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

Diretor

Vice-Almirante
Marco Antônio Linhares Soares



Vice-Diretor

Capitão de Mar e Guerra
Dieferson Ramos Pinheiro

CENTRO DE AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO ALMIRANTE MORAES REGO

Diretor

Capitão de Mar e Guerra
Renato da Fonseca Lacerda Batista



Vice-Diretor

Capitão de Fragata
Ramon Grosso de Almeida

BASE DE HIDROGRAFIA DA MARINHA EM NITERÓI

Comandante

Capitão de Mar e Guerra
Fernando José Moraes Monteiro



Imediato

Capitão de Fragata
Ricardo Magalhães Valois

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA

Diretor

Capitão de Mar e Guerra
Daniel Peixoto de Carvalho



Vice-Diretora

Capitão de Fragata (Quadro Técnico)
Márcia Cristina Silva Esteves

CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO ALMIRANTE RADLER DE AQUINO

Comandante

Capitão de Mar e Guerra
Romivaldo Silva Vasques



Imediato

Capitão de Fragata
Rodrigo Felipe Marques do Nascimento

GRUPAMENTOS DE NAVIOS HIDROCEANOGRÁFICOS

Comandante

Capitão de Mar e Guerra
Leonardo Pacheco Vianna



Imediato

Capitão de Mar e Guerra
Maicon Jesus Domingues Luiz

NAVIOS SUBORDINADOS AO GNHo

NAVIO POLAR “ALMIRANTE MAXIMIANO”

Comandante

Capitão de Mar e Guerra
Eduardo Navazio de Oliveira da Silva



Imediato

Capitão de Fragata
Wallace Fernandes de Lima

NAVIO DE APOIO OCEANOGRÁFICO “ARY RONGEL”

Comandante

Capitão de Mar e Guerra
Marco Aurelio Barros de Almeida



Imediato

Capitão de Fragata
Diogo de Barros Guedes

NAVIO OCEANOGRÁFICO “ANTARES”

Comandante

Capitão de Fragata
Felipe de Carvalho Garcez



Imediato

Capitão de Corveta
Felipe Queiroz de Carvalho

NAVIO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “VITAL DE OLIVEIRA”

Comandante

Capitão de Fragata
Leandro dos Santos Novaes



Imediato

Capitão de Fragata
Eduardo Augusto Saraiva Gomes

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “CRUZEIRO DO SUL”

Comandante

Capitão de Fragata
Tiago Nicolay Freitas



Imediato

Capitão de Fragata
Anselmo Vinicius de Souza

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FAROLEIRO “ALMIRANTE GRAÇA ARANHA”

Comandante

Capitão de Fragata
Edno Vieira da Rosa Neto



Imediato

Capitão de Corveta
Doracy de Jesus Donin Júnior

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “AMORIM DO VALLE”

Comandante

Capitão de Corveta
Leonardo Ogg Ferreira Lourenço



Imediato

Capitão-Tenente
Arytan Adão da Silva

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “TAURUS”

Comandante

Capitão de Corveta
André Leonardo Magalhães de Faria



Imediato

Capitão de Corveta
Gabriel Pinto Roiffé

AVISO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “ASPIRANTE MOURA”

Comandante

Capitão-Tenente
João Paulo Rodrigues Lage



Imediato

Capitão-Tenente
Tiago Wanderley da Cunha Santos

CENTROS DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO E NAVIOS SUBORDINADOS

CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO NORTE

Diretor

Capitão de Fragata
Fernando José Matias Nunes



Vice-Diretor

Capitão de Corveta
Marcus Vinicius Mendes

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “GARNIER SAMPAIO”

Comandante

Capitão de Corveta
Rafael Martinelli das Neves



Imediato

Capitão-Tenente
Felipe Augusto de Oliveira

**AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"RIO TOCANTINS"**

Comandante
Capitão-Tenente
Alan Celso Prado

Imediato
Primeiro-Tenente
Lucas Bassani da Silva



**NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR
"TENENTE CASTELO"**

Comandante
Capitão-Tenente
Rafael do Nascimento Ferreira

Imediato
Capitão-Tenente
Ramon Renaldo da Silva Linhares



**AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"RIO XINGU"**

Comandante
Capitão-Tenente
Rafael Fabreza dos Santos Melo

Imediato
Capitão-Tenente
Alessandro Lamonica Castro



**CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO
DO NOROESTE**

Diretor
Capitão de Fragata
Jorge Luiz Nascimento de Paula

Vice-Diretor
Capitão de Corveta
Gustavo Mandarino Borges de Lima



**AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"RIO NEGRO"**

Comandante
Capitão-Tenente
Luis Felipe Garla Gomes

Imediato
Capitão-Tenente
Pedro Guilherme de Barros Hansen



**NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"RIO BRANCO"**

Comandante
Capitão de Corveta
Levi Bittencourt Bastos Junior

Imediato
Capitão-Tenente
Harrisson Nogueira Campos Junior



**AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"RIO SOLIMÕES"**

Comandante
Capitão-Tenente
Raphael Teles de Carvalho

Imediato
Capitão-Tenente
Gabriel Barbosa Amaral



**CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO
DO OESTE**

Diretor
Capitão de Fragata
Felipe Tangari

Vice-Diretor
Capitão de Corveta
Eduardo Pontual Dubeux



**AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL
"CARAVELAS"**

Comandante
Capitão-Tenente
Felipe Maciel Sarmiento

Imediato
Primeiro-Tenente
Otávio Gonçalves Neto



SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO Náutica E NAVIOS SUBORDINADOS

SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO NORDESTE

Encarregado

Capitão de Corveta
Almir Pimentel Machado Neto

Ajudante

Capitão de Corveta
Lucas da Costa Medeiros



NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR "COMANDANTE MANHÃES"

Comandante

Capitão-Tenente
Marcelo Vitor de Lima Delmondes

Imediato

Capitão-Tenente
Guilherme Carvalho Branco



SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO LESTE

Encarregado

Capitão de Fragata
Douglas Luiz da Silva Pereira

Ajudante

Capitão de Corveta
Luis Henrique Antunes de Oliveira



NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR "TENENTE BOANERGES"

Comandante

Capitão-Tenente
Diego do Santos Sarthour

Imediato

Primeiro-Tenente
Leonardo Cardozo Pereira



SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO SUL-SUDESTE

Encarregado

Capitão de Corveta
Pablo Araujo Barbosa

Ajudante

Capitão-Tenente
Kaique dos Santos Ferreira



NAVIO BALIZADOR "FAROLEIRO MARIO SEIXAS"

Comandante

Capitão-Tenente
Daniel Gouvêa Costa

Imediato

Primeiro-Tenente
Gabriel Moreira de Oliveira Salviano



SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO SUL

Encarregado

Capitão de Corveta
Mário da Silva Santos Neto

Ajudante

Capitão-Tenente
João do Amaral Araújo



NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR "COMANDANTE VARELLA"

Comandante

Capitão-Tenente
Fernando Camargo Bandeira Duarte
de Carvalho Madeira

Imediato

Capitão-Tenente
Robson José da Silva Martins



APOIO:





AULA INAUGURAL PARA A 77ª TURMA DO CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE HIDROGRAFIA PARA OFICIAIS (CAHO)

ANDRÉ Moraes Ferreira
Vice-Almirante

1. INTRODUÇÃO

É com enorme satisfação e indisfarçável pundonor profissional e pessoal que apresento a “Aula Inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO) de 2024”. Dessa forma, primeiramente, agradeço o gentil convite do Diretor de Hidrografia e Navegação, Almirante André Macedo, pela honra e deferência da oportunidade de externar meu orgulho em pertencer a esse excelso grupo conhecido como “Hidrógrafos” e, com isso, contribuir para a formação de mais uma turma de Oficiais.

Tendo assistido a algumas “Aulas Inaugurais”, onde pude observar a excelência na escolha da abordagem e a previdência no desenvolvimento e na apresentação do tema escolhido, encontrei-me imerso no desafio de vestir a grandeza da Hidrografia em uma breve explanação. Como falar de algo tão apaixonante em pouco tempo?

Acessando minhas memórias de aulas passadas, observei abordagens distintas, porém todas com algo em comum: o propósito de motivar para a vida na Hidrografia. Com esse objetivo, optei por, utilizando uma antiga técnica da construção cartográfica, a de sobrepor elementos diversos, cada qual em uma camada distinta (*layer*), em acetato ou digital, apresentar meu produto final “A Rosa das Virtudes Hidrográficas”.

Como base, utilizei a “Rosa das Virtudes”, retirada da publicação EMA-137 - Doutrina de Liderança da Marinha, onde são apresentados os valores da Instituição, traduzidos por meio do conjunto de

dezesseis princípios e costumes que devem ser fomentados e incentivados no pessoal da MB, quais sejam: honra, lealdade, iniciativa, cooperação, espírito de sacrifício, zelo, coragem, ordem, fidelidade, fogo sagrado, tenacidade, decisão, abnegação, espírito militar, disciplina e patriotismo.

Dessa forma, entendendo que o Hidrógrafo, Oficial e Praça, é, antes de tudo, formado com base nos valores da Marinha, ou seja, que já detém e cultua os princípios e costumes expressos no código de honra da “Rosa das Virtudes”, ofereço, como segunda “camada”, a “Rosa das Virtudes Hidrográficas”, onde expresso características que os Hidrógrafos devem possuir, a fim de bem cumprir suas tarefas profissionais.

Nesse ponto, cabe ressaltar o equívoco que alguns brilhantes Hidrógrafos cometem, talvez pela paixão que nossa especialidade desperta: a de acreditar que a Hidrografia é maior que a Marinha. Não é!

Von Hoonholtz, o Barão de Teffé, enquanto Primeiro-Tenente, comandando a Canhoneira “Araguari”, estava em Santa Catarina, quando em 1864 foi designado para o levantamento da costa do Brasil. Vendo a escalada da guerra e o apresamento do Vapor “Marquês de Olinda”, comandado por um amigo, escreveu uma carta ao Quartel-General da Marinha, de onde transcrevo inspirador trecho, que reforça meu argumento:

“Sou hidrógrafo em tempo de paz, mas em tempo de guerra reivindico meus fôros de oficial combatente e, por isso, me apresso em solicitar a V. Exa permissão para conduzir o

Navio sob meu Comando ao Porto do Rio de Janeiro a fim de completar sua artilharia e munições bélicas e partir para o Rio da Prata e incorporar-me à Divisão em Operações.”(BARÃO DE TEFFÉ, citado em placa no casario histórico da DHN).

Dessa forma, aos futuros Hidrógrafos, deixo clara a primazia impreterível da Defesa da Pátria entre nossos propósitos. Somos militares, de forma que a condição primeira é ser “Oficial Combatente”.

Voltando ao desenvolvimento do tema, contribuiu para a escolha de como apresentá-lo o meu conhecimento de algumas passagens da história da Hidrografia, verdadeiros exemplos de comprometimento e profissionalismo, que, repletos de desprendimento e inventiva, engrandeceram o compêndio hidrográfico.

Por fim, antes de passar ao desenvolvimento, deixo registrado que se trata de uma visão particular, que pode e deve ser aperfeiçoada, ou mesmo, corrigida.

2. O IMPERIOSO DEVER

Em 1999, ano em que comande o Navio Balizador “Castelhanos”, ainda Capitão-Tenente, tive a oportunidade de participar da Cerimônia do Dia do Hidrógrafo, em que o então Vice-Almirante Marcos Augusto Leal de Azevedo, Diretor de Hidrografia e Navegação, em sua primorosa Ordem do Dia, trouxe pelo menos para mim, conhecimento da sublime passagem que está registrada na apresentação de “Roteiro da Costa do Brasil do Rio Mossoró ao Rio São Francisco do Norte”, elaborado por nosso Patrono, o Capitão de Fragata Manoel Antonio **Vital de Oliveira**, escrita por sua viúva:

“A morte veio em fatal remate embaraçar ainda mais esta publicação. O abalo natural que

em mim produziu o mais funesto acontecimento que podia sobrevir a minha existência me facultou de então para cá uma oportunidade em que me dedicasse incontinenti ao imperioso dever de concluir a referida publicação, o que agora faço.” (OLIVEIRA, 1864).

Exemplo de companheirismo, dignidade e comprometimento, o “imperioso dever de concluir a referida publicação” tornou-se, para mim, uma lição de vida. Vendo tamanho sacrifício de seu marido em concluir “obra de excepcional qualidade pelo rigor das informações hidrográficas e pela minuciosa descrição dos acidentes costeiros”, como derradeira homenagem ao seu legado hidrográfico, prematuramente interrompido por sua morte em combate, na Guerra da Tríplice Aliança, decidi terminar e publicar o “Roteiro”, coroando, “portanto, o complemento perfeito dos excelentes levantamentos hidrográficos que executara naquela região.”

Desta feita, fica registrada, como a primeira virtude hidrográfica, o “Comprometimento” com o documento náutico, resultado e produto final da lide hidrográfica. O nosso “Norte”!

3. O LEGADO HIDROGRÁFICO

Dando continuidade à nossa “sondagem”, aponto o “Compromisso” como a segunda virtude hidrográfica, cabendo, inicialmente, diferenciá-lo do “Comprometimento”. Comprometimento, como exemplificado, é uma palavra que nos faz agir com vigor, motivação e identificação com algo, no caso, com o legado de uma vida de dedicação às lides hidrográficas. Já o “Compromisso” está diretamente relacionado com obrigações e deveres, um sentimento de responsabilidade.



Com isso em mente, transcrevo trecho da Aula Inaugural do CAHO de 1973, há 51 anos, proferida pelo Vice-Almirante Paulo Irineu Roxo Freitas:

“Não alterem nem inovem nada, sem antes procurar saber, com os que os antecederam, as razões que os levaram a adotar a linha de ação que lhes pareça errada ou ultrapassada. O segredo do êxito da DHN reside na continuidade de ação dos que aqui passaram e na coordenação que sempre existiu entre as várias gerações que se sucederam.” (ANAIS HIDROGRÁFICOS, 1973, p. 40 apud FARIA in ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 6).

Desse lapidar ensinamento, fica patente que a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) de hoje não seria possível sem o conhecimento adquirido, desenvolvido e armazenado por nossos antepassados, “mesmo porque, os sucessos do presente são frutos das sementes de abnegação, tenacidade, profissionalismo e da concatenação do profícuo trabalho de gerações de hidrógrafos” (FARIA, in ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 6).

Desde seu início, a DHN busca assegurar a preservação do “legado hidrográfico” por meio de várias iniciativas, “como o Arquivo Técnico, as Efemérides Hidrográficas e o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO)” (FARIA, in ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 6). Essa gestão do conhecimento, possibilitou, juntamente com outros fatores, que a Hidrografia brasileira fosse respeitada pelos principais Serviços Hidrográficos mundiais.

Chegando ao fim desse item, reforço que a gestão do conhecimento na DHN foi, e continuará sendo, fundamental para a manutenção da excelente qualidade dos nossos produtos, o que faz da preservação

do legado hidrográfico um compromisso de todas as gerações.

Isto posto, o “Sul” fica representado pelo compromisso com o legado hidrográfico.

4. “COISA MORTA NÃO TEM QUERER”

Para justificar a escolha da terceira virtude, a “Persistência”, trago um exemplo retirado do livro “A História da Sinalização Náutica Brasileira: e Breves Memórias”, do Comandante Ney Dantas, quando este comandou o Navio Balizador “Castelhanos”, em 1966. Em 1999, tive a oportunidade de navegar no “Castelhanos”, por ocasião do meu primeiro Comando.

A história, conforme contada pelo Comandante Ney Dantas, é tão rica que não ousei parafraseá-la. Segue conforme em sua obra:

“Em agosto de 1966 recebi, quiçá, a mais difícil missão de meu Comando, a de transportar, desde a “Moraes Rego”, [atualmente, sede da Força de Superfície, em Mocanguê] desembarcar e instalar os três novos motores-geradores no radiofarol de Abrolhos, e trazer de volta os velhos, além de outras menores de assistência aos balizamentos a faróis da costa leste, entre o Rio e Janeiro e Abrolhos.

Cada um dos motores-geradores, encaixotados, como foram transportados, pesava cerca de 1.700 quilos. Dispúnhamos a bordo de um pau-de-carga com capacidade limitada a cerca de 2 toneladas, um bote de aproximadamente 2 metros de comprimento para um remador e uma Guarnição vigorosa, criativa e corajosa. “Coisa morta não tem querer” e “mais sofreu Jesus” eram algumas das frases de ordem do

suboficial David à Guarnição. E como os caixotes eram coisas mortas, eles não iriam deixar de querer embarcar, ser transportados ou subir a ilha de Santa Bárbara.

O primeiro teste foi embarcá-los do cais com o nosso próprio pau-de-carga e alojá-los no porão. Mas, e em Abrolhos? [...] Lembrei-me, justo agora, da terceira frase de ordem do Sub David, “só os covardes se rendem”. Imaginamos, amadurecemos, planejamos e pusemos em prática, nos dois dias subsequentes, uma solução: nosso bote serviria de casco central para um “trimarã”, completado por duas canoas laterais que nos foram emprestadas, e por um convés liso corrido feito com as pranchas de jacarandá.

Os caixotes foram transportados e desembarcados na praia, um a um, aproveitando-nos das marés cheias, o que nos fazia avançar mais 50 metros na praia. Escorregamo-los para terra em rampas feitas com outras pranchas de jacarandá e aí veio a faina mais difícil, trabalhosa e demorada, levá-los dali à porta da casa de Motores, 38 metros acima do nível do mar, a cerca de uns 700 metros, sobre um terreno arenoso, pedregoso e em auge. Idealizamos um aparelho de laborar com dois cadernais e com um ponto fixo em uma estada cravada no chão. Para puxar morro acima os caixotes que deslizariam sobre as pranchas de jacarandá. Ao longo da faina, que durou 3 dias, o sistema foi sendo aperfeiçoado. O primeiro caixote chegou ao seu destino em um dia e meio de trabalho de sol a sol; o segundo, em um dia; e o terceiro,

em meio dia apenas. A única coisa que permaneceu inalterada foi a Guarnição de “Castelhanos” ao longo do tirador. Um cabo de guerra da pesada.” (DANTAS, 2000, p. 633-634).

Relatos como esse, finalmente descritos, não carecem de interpretação. Entre 2009 e 2011, dirigi o Serviço de Sinalização Náutica do Leste, o SSN-2, estando por várias vezes em Abrolhos. Dessa forma, tendo Comandado o “Castelhanos” e conhecendo a Ilha de Santa Bárbara, posso testemunhar que a persistência dessa Guarnição, liderada pelo Comandante Ney Dantas e pelo Suboficial David, foi excepcional, despertando orgulho e satisfação profissional. Fica claro, também, que a inventiva e o espírito marinheiro são elementos fundamentais às lides hidrográficas.

Ao Hidrógrafo, não é permitido desconhecer “o melhor rumo” para poupar o material de bordo, nem mesmo deixar de usar, a seu favor, maré e vento. As manobras de cabos, a estiva de pesos, nós e voltas, a boa condução e preparação de embarcações miúdas para a sondagem, entre outros conhecimentos do ethos marinheiro, são condições primordiais para a boa condução das fainas hidrográficas.

Quanto à persistência, trago, ainda, como prova indelével da condição do hidrógrafo, nosso símbolo, o “Bode Verde”. Escolhido à semelhança do “Bode Preto” dos maquinistas, “para dar maior representatividade ao símbolo, desenharam seu perfil em atitude rampante, voltado para leste, para o mar brasileiro, erguido sobre as patas traseiras, empinado em atitude resoluta, exibindo toda sua coragem!” (BRASIL, n.d.).

Assim, a virtude da “Persistência” fica voltada para “Leste”, para o mar brasileiro, ladeada pela “Inventiva” e pelo “Espírito Marinheiro”.



5. RELEVÂNCIA

“Assim eram as atividades hidrográficas daquela época de término dos trabalhos previstos para o Primeiro Plano Cartográfico Brasileiro, verdadeira epopeia com quatro décadas de duração, protagonizada por heróis anônimos de diversas gerações, que tornaram o país independente de cartas estrangeiras, e que orgulha a todos que dela participaram.” (PALMER *in* ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 185).

O extrato do texto elaborado pelo Almirante Palmer, que retrata como era a hidrografia nos anos 1970 a 1990, publicado no livro “História da Hidrografia no Brasil” (vol. II, p. 185), demonstra a busca incansável de gerações de Hidrógrafos para alcançar a conclusão da representação cartográfica plena das águas brasileiras.

Essa epopeia, a consecução dos dois primeiros Planos Cartográficos Náuticos Brasileiros, comprova, juntamente com outras iniciativas, o pendor da Hidrografia em “pensar grande”. Ao hidrógrafo, ser relevante é condição herdada dos antepassados e compromisso com o futuro. Identificar a necessidade, idealizar o produto final, planejar a campanha e executá-la, são passos que vêm sendo dados há muito pela DHN, de modo organizado e concatenado, nas mais variadas áreas das ciências hidrográficas, independente do esforço que terá que ser despendido.

Outro ponto que cabe destaque é o caráter impessoal das realizações, que julgo merecer lugar na “Rosa das Virtudes Hidrográficas”. Por mais relevante que seja o projeto, com grandioso potencial de benefícios para o País, é lugar comum o anonimato das ações, como afirmou o

VA Paulo Irineu Roxo Freitas: “cabendo a cada um de nós apenas a satisfação íntima de saber até que grau concorreu para os melhores resultados.” (ANAIS HIDROGRÁFICOS, 1973, p. 40).

A impessoalidade se refere à ação de se abster de sua pessoa diante da situação coletiva. É como “agir de maneira invisível”, evitando a autopromoção ou “vendendo” sua imagem como indispensável.

Em certa parte, essa impessoalidade decorre da certeza que não participaremos, por várias razões, de todo projeto ou programa, pois, sendo grandiosos, transcorrem em décadas de trabalho coordenado. São exemplos os Planos Cartográficos Náuticos, o Programa Antártico Brasileiro, o Levantamento da Plataforma Continental e o Projeto “Cabo Frio”. Porém, aponto como principal fator para a impessoalidade das realizações, a confiança e a crença que temos nos demais Hidrógrafos, Oficiais e Praças, que, com humildade e compromisso com as futuras gerações, transmitem o conhecimento e cumprem o programado, pelo estrito comprometimento com a qualidade do produto final.

Essa confiança e crença entre as diversas gerações decorre, em grande medida, pelo espírito de corpo que nos une. Assim como ocorre em outros aperfeiçoamentos, na hidrografia é fundamental o trabalho em equipe, pois a missão é comum. Então, o foco no produto final de qualidade, “o imperioso dever”, nos retira o egoísmo e nos faz pensar no bem coletivo, ter orgulho de pertencer ao grupo e estar pronto para agir em prol de todos, permitindo que cada um participe do capital individualmente adquirido por todos os outros.

Retornando à “linha de sondagem”, citarei, brevemente, exemplos de iniciativas de grande relevância para o País, planejadas e, em muito, realizadas por Hidrógrafos, a fim de justificar a escolha das derradeiras virtudes hidrográficas.

5.1 A Campanha do Amapá

Após o término da 2ª Guerra Mundial e o início da "Guerra Fria", a União Soviética, detentora das maiores reservas, suspendeu sua exportação de manganês, minério estratégico e essencial para a indústria do aço. Isso fez crescer a importância das reservas brasileiras na Serra do Navio, próximo a (Macapá ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 28).

Na época, o acesso ao Porto de Santana, por navios de grande calado, só era possível pelo Canal Sul, o que representava um acréscimo de cerca de seis dias de viagem, em relação ao canal norte, ainda não perfeitamente hidrografado. Portanto, um escoamento competitivo da produção dependia da realização de levantamentos hidrográficos que possibilitassem a construção de cartas náuticas e o estabelecimento de uma sinalização náutica adequada.

Devido à precariedade dos meios disponíveis na Marinha, foi cogitado o emprego de um navio hidrográfico estrangeiro que estava operando nas Bermudas. A DHN encheu-se de brios e, corajosamente, assumiu o compromisso de realizar o levantamento. Para fazê-lo, foi escolhido o Navio Hidrográfico "Rio Branco".

O Capitão-Tenente Médico Jorge Washington Coelho de Souza, "cronista" da Campanha do Amapá, assim descreve as difíceis condições ambientais enfrentadas pela gente do "Rio Branco":

"[...]Em terra, era duro o trabalho. Em igapós, toda a tarefa é difícil. Há lama, há raias, há mosquitos. O lodaçal é negro, mal cheiroso, nauseabundo. Os mosquitos são às miríades. O homem fica na água mergulhado até o pescoço. Inútil. Há uma nuvem de mosquitos sobre a cabeça. Mergulha-se a cabeça também. Mas ao ressurgir, já estão à espera os mosquitos. Incrível.

Há candirus na água. Peixinhos minúsculos, perigosos, indiscretos. Penetram pela primeira cavidade que se lhe depare. Depois será difícil desalojá-lo. Fazem estragos. Uma desgraça. Raias - outro problema. A próxima pisada poderá ser fatal. O aguilhão da cauda é lesto no ataque. Nunca falha. Ferido o inimigo, a raias foge. O ferimento é extremamente doloroso. Altamente venenífera a peçonha. Principalmente das raias do gênero *Trygon*. De início usavam-se botas. Seguiu-se, a princípio, o conselho dos caboclos. Explorar as águas e o terreno antes de pisar, com uma vara. Como não ocorressem acidentes, a pouco e pouco esquecia-se a prudência. Caía em abandono a voz dos mais experimentados. Aí então, as raias surgiam. [...]" (SOUZA *in* ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 35).

O Levantamento do Braço Norte do Rio Amazonas foi realizado entre 1952 e 1955, em duas etapas. A primeira se estendeu por onze meses ininterruptos. A segunda, por um ano e dois meses.

Ilustrando, com uma passagem divertida, essa Campanha, muito tempo depois, o Almirante Maximiano, que comandou a primeira etapa do levantamento, contou o seguinte fato:

"Meu filho ainda não falava quando saí para passar quase um ano fazendo hidrografia. Eu me lembro que, quando voltei, ele já falava. Foi engraçado, depois que atraquei o navio, estavam comigo o Matos e o Guarita, todos de branco. Ele e minha mulher me esperando. Ele então virou-se e disse: "Quem é meu pai aí?" (MAXIMIANO *in* ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 45).



Esse menino veio a se tornar, em 2009, Diretor de Hidrografia e Navegação (AE Palmer), cargo que seu pai sempre almejou, mas não chegou a exercer.

Por fim, transcrevo parte do relatório final da Comissão, que dá a dimensão da gigantesca tarefa que apenas começara:

"O Levantamento do Braço Norte do Rio Amazonas não termina aqui. Na verdade, é um trabalho sem fim! As contínuas variações dos fundos e contornos exigirão, sempre, novos levantamentos para a atualização das cartas náuticas daquela região." (MAXIMIANO *in* ADRIÃO e FONSECA, 2021, p. 68).

Em 1996, os NHi "Sirius" e "Canopus" estiveram nessa área, a fim de atualizar o trabalho iniciado na década de cinquenta. Eu estava a bordo do "Sirius".

5.2 A Antártica

O Capitão de Fragata Luiz Antonio de Carvalho Ferraz, Oficial Hidrógrafo, teve sua carreira associada à consolidação da presença do Brasil na Antártica.

Participou como convidado em expedições inglesas ao Ártico e à Antártica. Usou o conhecimento adquirido para criar uma visão estratégica da importância da presença do Brasil na região, prestando assessorias que levaram à decisão da criação do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR).

Especializado em *Oceanografia pela Naval Postgraduate School*, em Monterrey, EUA, participou de diversos simpósios e representou o Brasil em inúmeros eventos internacionais relacionados a temas antárticos.

Fez parte da comissão de inspeção a navios de pesquisa polar, a qual indicou o dinamarquês "Thala Dan" para

aquisição por parte da Marinha do Brasil – embarcação que foi, posteriormente, transformada no Navio de Apoio Oceanográfico "Barão de Teffé" e realizou as primeiras Operações Antárticas.

Em função de seu destacado interesse e atuação no âmbito das questões polares, deu nome à estação de pesquisas mais ao Sul instalada pelo País: Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF).

O Brasil é o sétimo país mais próximo da Antártica no mundo. A distância de Pelotas para a EACF é a mesma que de Pelotas para Tefé, no Amazonas.

É evidente que os fenômenos que tem origem na Antártica impactam a vida em nosso País. A Antártica funciona como um regulador térmico mundial cuja atuação tem reflexos imediatos tanto para o agronegócio como na previsão de fenômenos meteorológicos que podem estar associados a desastres naturais.

Desenvolver pesquisa relevante de forma continuada permite que o Brasil mantenha seu status de parte consultiva no Tratado da Antártica, garantindo assento no processo de decisão sobre o destino daquele continente tão importante para a vida em nosso País, mas também por se constituir como uma gigante reserva estratégica de minerais e água doce no planeta.

Entre 1997 e 1998, tive o privilégio de compor a tripulação do "Ary Rongel" e, entre outras tarefas, participar do levantamento que atualizou a batimetria ao largo da Ilha Elefante (Fonte: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/proantar/in-memoriarn>. Acesso em: 05 fev. 2024).

5.3 O LEPLAC

O Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC)

é o programa de Estado instituído em 1989, com o propósito de estabelecer o limite exterior da nossa Plataforma Continental, ou seja, determinar a área marítima, além das 200 milhas, na qual o Brasil exercerá direitos de soberania para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais do leito e subsolo marinhos.

Os profissionais que atuam no LEPLAC são hidrógrafos, geólogos, oceanógrafos, geofísicos e especialistas de outras formações, da MB, da Petrobras e da comunidade científica. Eles são chamados de “bandeirantes das longitudes salgadas”, pois, ao longo de mais de três décadas, trabalham para a ampliação dos limites finais da nossa Amazônia Azul.

Dessa forma, em conformidade com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), as atividades do LEPLAC tiveram início em junho de 1987, com a primeira Comissão de Levantamento, efetuada pelo Navio Oceanográfico “Almirante Câmara”.

Desde então, mais de 1.000.000 km (cerca de 25 voltas na Terra) de perfis sísmicos, batimétricos, magnetométricos e gravimétricos, ao longo de toda a extensão da margem continental brasileira, foram adquiridos, num esforço que envolveu vários navios da DHN.

Caso todo o pleito brasileiro seja atendido pela ONU, a nossa Amazônia Azul passará a ter uma área de cerca de 5,7 milhões de km², cerca de 65% da porção terrestre.

No tocante à relevância do LEPLAC para o País, o crescimento da chamada “Economia Azul” é o primeiro a ser destacado. O mar está ligado ao desenvolvimento de diversas atividades, como a pesca, a pesquisa científica, o turismo, a exploração da biodiversidade marinha, a exploração de recursos minerais em grandes profundidades e a geração de energia limpa. Com isso,

estima-se que o mar gere, para o país, 2 trilhões de reais por ano, ou 19% do seu Produto Interno Bruto (PIB). Nesse contexto, as atividades do LEPLAC, que são voltadas para a ampliação da fronteira leste do Brasil e garantia do acesso a recursos vivos e minerais, como previsto na CNUDM, deixarão um legado de fundamental importância para o futuro das próximas gerações, em razão do acréscimo de 2,1 milhões de km², correspondente à área pleiteada, à área marítima sob jurisdição brasileira.

Em 1994, tive a oportunidade de participar, no NHi “Sirius”, do LEPLAC, coletando perfis batimétricos ao longo dos litorais norte e nordeste do País (Fonte: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/leplac>. Acesso em: 05 fev. 2024).

5.4 O PROJETO CABO FRIO

O Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) tem origem no Projeto Cabo Frio, idealizado pelo Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva, então Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), cuja vida foi dedicada, profundamente, ao estudo do oceano. Em 1956, o então CC Paulo Moreira montou um projeto de reconhecimento das condições de fertilização das águas ao largo da costa do Brasil, que identificou, entre três áreas, a região do Cabo Frio, influenciada pela Ressurgência, como promissora para o desenvolvimento de um empreendimento com o propósito, entre outros, de produzir proteínas a partir da riqueza natural dessas águas.

O Projeto Cabo Frio, instalado em Arraial do Cabo, tinha por propósito desenvolver a fertilização das enseadas lindeiras a Arraial do Cabo, e ser uma Universidade do Mar, onde estudantes das diferentes profissões adquiririam conhecimentos oceanográficos, visando



à materialização da visionária ideia do Almirante Paulo Moreira de conscientizar a juventude sobre a importância do oceano para a vida e para o futuro.

Como Comandante do Navio-Escola “Almirante Saldanha”, protagonizou a conversão deste meio no primeiro Navio Oceanográfico do País, com execução de obras e modificações técnicas, alterando a propulsão a vela por motor, e dotando o navio de equipamentos para a realização de pesquisas oceanográficas.

O legado do Almirante Paulo Moreira está reconhecido junto ao Instituto de Estudos do Mar, que carrega o nome desse eminente Marinheiro; e executa pesquisas, desenvolvimentos, inovações e serviços tecnológicos na área de Ciências do Mar, a fim de contribuir para a ampliação do conhecimento e a eficaz utilização do meio ambiente marinho no interesse da Força Naval e do desenvolvimento socioeconômico do País.

Durante minha vida de Hidrógrafo, tive vários contatos breves com o IEAPM. O mais profícuo foi uma Comissão Oceanográfica realizada em 1997, no NHi “Sirius”, quando exercia o honroso cargo de Chefe do Departamento de Hidrografia, o “DH”.

Com esses exemplos, completo a “Rosa das Virtudes Hidrográficas”, tendo como Oeste a “Relevância”, condição que acompanha o pensamento hidrográfico, ladeada pela “Impessoalidade” e pelo “Espírito de Corpo” (Fonte: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/notas-taquigraficas/-/notas/s3798>. Acesso em: 05 fev. 2024).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando ao fim do meu palavrório, ofereço, ao final do texto, a imagem consolidada da “Rosa das Virtudes Hidrográficas”.

Sublinho que deva ser entendida como uma “segunda camada”, que tem como base a “Rosa das Virtudes” disposta no EMA-137, ou seja, deve ser perseguida pelos Oficiais da MB que optaram pelo Aperfeiçoamento em Hidrografia.

Como dito, é apenas uma visão particular, que teve como inspiração exemplos que tocaram minha vida profissional e, como tudo na DHN, deve ser aperfeiçoada e corrigida.

Como última confidência, registro que o principal motivo de ter optado pela Hidrografia foi minha preocupação de, um dia, poder olhar para trás e ter a certeza que fiz algo relevante. Como tive a oportunidade de trabalhar com Sinalização Náutica, Hidrografia, Oceanografia e Antártica, sinto-me plenamente realizado. Auguro votos que vocês, ao final da carreira, carreguem esse mesmo sentimento.

Por fim, ao finalizar esta aula inaugural, gostaria de ressaltar que eu e meus Amigos aqui presentes, Oficiais Hidrógrafos da turma de 1993, após 30 anos nas lides hidrográficas, faríamos tudo novamente, com a certeza de que “Restará sempre muito o que fazer...”.

Viva a Hidrografia!
Obrigado!

Rosa das Virtudes Hidrográfica



Fonte: o autor.



7. REFERÊNCIAS

ADRIÃO, Paulo Cezar de Aguiar; e FONSECA, Luiz Fernando Palmer. **História da Hidrografia no Brasil**. Volume II: a época do ecobatímetro. Niterói, RJ: DHN, 2021.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Placa do Barão de Teffé**. Niterói, RJ: DHN.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **História do Bode Verde**. Niterói, RJ: DHN. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/node/99>. Acesso em: 05 fev. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Comandante Ferraz (in memoriam)**. Rio de Janeiro, RJ: SECIRM, [n.d.]. Disponível em: (<https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/proantar/in-memoriarn>). Acesso em: 05 fev. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira**. Rio de Janeiro, RJ: SECIRM. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/leplac>. Acesso em: 05 fev. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Notas Taquigráficas**. Brasília, DF, [n.d.]. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/notas-taquigraficas/-/notas/s/23798>. Acesso em: 05 fev. 2024.

DANTAS, Ney. **História da Sinalização Náutica Brasileira: e Breves Memórias**. Rio de Janeiro: FEMAR, 2000.

FARIA, Antonio Fernando Garcez. Prefácio. *In*: ADRIÃO, Paulo Cezar de Aguiar; FONSECA, Luiz Fernando Palmer. **História da Hidrografia no Brasil**. Vol II: a época do ecobatímetro. Niterói, RJ: DHN, 2021.

FONSECA, Luiz Fernando Palmer. Texto do Almirante Luiz Fernando Palmer Fonseca que retrata como era a Hidrografia nos anos 70 e 90. Anexo I. *In*: ADRIÃO, Paulo Cezar de Aguiar; FONSECA, Luiz Fernando Palmer. **História da Hidrografia no Brasil**. Vol II: a época do ecobatímetro. Niterói, RJ: DHN, 2021.

OLIVEIRA, Manuel Antônio Vital de. **Roteiro da costa do Brasil, do rio Mossoró ao rio São Francisco do Norte**. Rio de Janeiro, RJ, 1864.

CERIMÔNIA MILITAR DO DIA DO HIDRÓGRAFO DE 2024



Foto oficial do Dia do Hidrógrafo 2024, no Pátio da Bandeira da DHN

De forma tradicional, a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) promoveu, em 27 de setembro de 2024, a cerimônia comemorativa ao Dia do Hidrógrafo, realizada na Ponta da Armação. Presidida pelo Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, contou com a presença de distintas autoridades militares e civis.

Na ocasião, o Vice-Almirante Antonio Fernando Garcez Faria, ex-Diretor de Hidrografia e Navegação,

foi agraciado com o Prêmio “Mérito Hidrográfico”— prêmio este concedido apenas a 28 personalidades/instituições desde 1960 —, em reconhecimento à sua abnegada dedicação ao Serviço Hidrográfico Brasileiro. Também foram agraciados 35 militares e civis com o título de Hidrógrafo Honorário, que mesmo não pertencendo a especialidade de hidrografia, contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento da área.



Comandante da Marinha entrega Prêmio “Mérito Hidrográfico” ao Vice-Almirante Garcez

Ao longo do mês de setembro, diversas ações comemorativas alusivas ao Dia do Hidrógrafo foram promovidas, fortalecendo o espírito de corpo e a valorização da atividade hidrográfica. Entre os destaques, estão os tradicionais “Jogos Hidrográficos”, campeonato esportivo que reúne militares e servidores civis, atividades sociais e o evento “Celebra Hidrografia!”, voltado à família naval. Essa última atividade contou com concurso de fotografia, gincana de pintura, visita a navios e passeios de escuna, além da

apresentação do Batalhão de Ações com Cães e diversas atividades destinadas às crianças — reunindo aproximadamente 2.000 pessoas a bordo. Ressalta-se que a realização de todas essas atividades contaram com o apoio fundamental dos patrocinadores.

A programação incluiu, ainda, o tradicional almoço da Confraria do Bode Verde, realizado nas instalações da DHN, e o almoço dos ex-Diretores da DHN, a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira”



O “Celebra Hidrografia!” conta com diversas atividades destinadas à família naval



Almoço dos ex-DHN a bordo do NPqHo Vital de Oliveira

Almirantes em pé: Lúcio, Paulo Cesar, Lawrence, Palmer, Pontes Lima, Garcez e Linhares (DHN)

Almirantes sentados: Leal, Sílvio Luís (DGN), Moura Neto, Olsen (CM), Edgar (DGMM) , Fragelli e Adrião



COMANDANTE FERRAZ: UMA BREVE VIDA DEDICADA À HIDROGRAFIA, À PESQUISA OCEANOGRÁFICA E À PRESENÇA BRASILEIRA DA ANTÁRTICA

Capitão de Fragata Vinícius Santos Pessanha¹

RESUMO

O Capitão de Fragata Luiz Antonio de Carvalho Ferraz foi um oficial da Marinha do Brasil cuja trajetória se destacou pela dedicação à Hidrografia. Sua atuação incluiu importantes missões hidrográficas, pesquisa e contribuição para o desenvolvimento da modelagem numérica no Brasil. Como pesquisador, foi pioneiro na aplicação de modelos hidrodinâmicos em estuários brasileiros, antecipando tendências que só seriam adotadas operacionalmente no país décadas depois. Além disso, o Comandante Ferraz teve um papel relevante na consolidação da presença brasileira na Antártica, participando da formulação do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) e do processo de escolha do primeiro Navio Polar do Brasil, o “Barão de Teffé”. Serviu grande parte de sua carreira na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e navios subordinados. Sua dedicação e comprometimento resultou em importantes reconhecimentos, incluindo homenagens póstumas como a nomeação da Estação Antártica Comandante Ferraz, um marco da presença brasileira na Antártica. Este texto apresenta sua trajetória profissional, acadêmica e suas principais contribuições

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Mestrado em Meteorologia e Oceanografia Física e Ph.D em Oceanografia Física pela *Naval Postgraduate School* – NPS, Califórnia, EUA. Encarregado da Divisão de Previsão Numérica do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. Email: vinicius.pessanha@marinha.mil.br

para a ciência e para a Marinha do Brasil. Ao recuperar sua história, busca-se reconhecer seu legado e inspirar as novas gerações de hidrógrafos e pesquisadores.

Palavras-Chave: Comandante Ferraz, Antártica, Modelagem Numérica, Hidrografia, Oceanografia.

ABSTRACT

Captain Luiz Antonio de Carvalho Ferraz was an officer of the Brazilian Navy whose career was marked by dedication to Hydrography. His work included significant hydrographic missions, research, and contributions to developing numerical modeling in Brazil. As a researcher, he was a pioneer in the application of hydrodynamic models to Brazilian estuaries, anticipating trends that would only be adopted operationally in the country decades later. Additionally, Commander Ferraz played a key role in consolidating the presence of Brazil in Antarctica, contributing to the formulation of the Brazilian Antarctic Program (Programa Antártico Brasileiro - PROANTAR) and participating in the selection process of the first Brazilian Antarctic Vessel, the "Barão de Teffé." He spent much of his career serving at the Directorate of Hydrography and Navigation (DHN) and its subordinate vessels. His dedication and commitment earned him important recognitions, including posthumous honors such as naming the Brazilian Antarctic Station (Estação Antártica Comandante Ferraz) a landmark of Brazil's presence in the Antarctic. This text presents his professional and academic trajectory, highlighting his contributions to science and the Brazilian Navy. This work seeks to recognize his legacy by revisiting his history and inspire new generations of hydrographers and researchers.

Keywords: Captain Ferraz, Antarctica, Numerical Modeling, Hydrography, Oceanography.

1. INTRODUÇÃO

A história da Hidrografia brasileira está intrinsecamente ligada às contribuições de gerações de hidrógrafos que dedicaram suas vidas à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias voltadas para a medição e descrição das características físicas do ambiente marinho. Dentre esses nomes de destaque, encontra-se o Capitão de Fragata Luiz Antonio de Carvalho Ferraz, um oficial da Marinha do Brasil, hidrógrafo, que teve um papel de relevância na consolidação da presença brasileira na Antártica e no avanço da modelagem numérica oceanográfica. Sua trajetória acadêmica e profissional evidencia sua dedicação à pesquisa oceanográfica, sendo o pioneiro na aplicação de modelo numérico hidrodinâmico em ambiente estuarino no Brasil.

Ao longo de sua carreira, o Comandante Ferraz participou ativamente de expedições científicas, incluindo missões no Ártico e na Antártica. Sua atuação teve impacto significativo no desenvolvimento do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), contribuindo para a presença do Brasil no seleto grupo de nações atuantes na Antártica. Como reconhecimento por sua dedicação e contribuições, a estação de pesquisas brasileira na Antártica recebeu seu nome: Estação Antártica Comandante Ferraz.

Entretanto, um aspecto pouco explorado de sua contribuição é seu trabalho pioneiro na aplicação da modelagem numérica para a previsão de correntes e marés no rio Amazonas. Sua pesquisa trouxe novas perspectivas sobre a hidrodinâmica da região, evidenciando o potencial dessa abordagem para aprimorar o entendimento e a gestão desse importante estuário brasileiro.



Este texto tem como objetivo homenagear o Comandante Ferraz e sua influência na presença brasileira na Antártica e seu pioneirismo na modelagem numérica, com ênfase na previsão da hidrodinâmica em ambiente estuarino. Para isso, será apresentado um pouco de sua biografia², enfatizando suas contribuições. Ao recuperar sua história e seu legado, espera-se evidenciar a importância de seu trabalho para a Hidrografia e para a irrenunciável presença brasileira na Antártica, bem como inspirar as novas gerações de hidrógrafos.

2. O COMANDANTE FERRAZ E SUA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL

O Capitão de Fragata Luiz Antonio de Carvalho Ferraz (Figura 1) nasceu em 21 de fevereiro de 1940, na cidade de São Luís, Maranhão, e ingressou no Colégio Naval em 1956 e na Escola Naval em 1958. Em 1961, o então Aspirante Ferraz criou o símbolo da Regata da Escola Naval (Figura 2), duas velas de balão listradas, uma em encarnado e branco e outra em preto e amarelo, que mais tarde seria adotado também como emblema do Grêmio de Vela (Associação Turma Quevedo, 2017; Santos, 2022).



Figura 1- Fotos do Comandante Ferraz na graduação de Guarda-Marinha e no posto de Capitão de Fragata. Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.

²As informações sobre os eventos e datas apresentadas neste artigo foram obtidas a partir de documentos oficiais, como a Caderneta Registro do Comandante Ferraz e outros registros disponíveis na Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, além de documentos disponíveis no Arquivo Técnico do Centro de Hidrografia da Marinha. Também foi consultado o artigo de VEIGA, M. W. O., “In Memoriam” Luiz Antônio de Carvalho Ferraz, publicado nos Anais Hidrográficos, Tomo XLII, p. 37-45, 1985.

Foi declarado Guarda-Marinha em 1962 e, posteriormente, nomeado Segundo-Tenente em 1963. No mesmo ano, casou-se com a Sra. Alice Rosa Nezi Ferraz, com quem teve três filhos: Marcos André, Elisa e Antônio Fábio.



Figura 2 - Símbolo da Regata da Escola Naval, criado em 1961 pelo então Aspirante Luiz Antonio de Carvalho Ferraz. O emblema foi posteriormente adotado também como símbolo do Grêmio de Vela da Escola Naval. Fonte: Santos (2022).

O Comandante Ferraz realizou o Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO) na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) em 1964 e, posteriormente, aprofundou seus estudos em Oceanografia por meio do curso de mestrado concluído em 1975. Seu conhecimento técnico e científico viria a ser a base de sua trajetória.

2.1. EXPERIÊNCIA NA HIDROGRAFIA

Ao longo de sua carreira, o Comandante Ferraz participou de diversas comissões hidrográficas. A bordo do Navio Hidrográfico “Canopus”, onde embarcou pela primeira vez como Segundo-Tenente em 1963, participou de missões na costa Sul e Sudeste do Brasil. No final de 1964, após concluir o CAHO, regressou ao “Canopus”, onde permaneceu até 1968. Durante esse período, foi promovido a Primeiro-Tenente (1965) e Capitão-Tenente (1968), integrando diversas comissões hidrográficas na costa Leste e Norte do país.

Em agosto de 1966, recebeu uma citação meritória pelos “serviços árduos” prestados durante um detalhado levantamento hidrográfico na barra norte do rio Amazonas, que se estendeu por cinco meses, e resultou na atualização da batimetria daquela área.

Após seu desembarque do “Canopus”, assumiu o comando do Aviso Hidrográfico “Rio Branco”, subordinado à DHN. Entre novembro de 1968 e março de 1970, sob seu comando, o Aviso “Rio Branco” realizou missões no Norte e Sudeste do país. Pelo seu “invulgar entusiasmo, sua capacidade de trabalho e sua dedicação ao serviço”, recebeu uma nova citação meritória.

Em abril de 1970, foi designado Imediato do Navio Hidrográfico “Taurus”, assumindo interinamente o comando entre agosto de 1971 e abril de 1972. Após seu desembarque, passou a servir na DHN, onde permaneceu até julho de 1973, atuando inicialmente como chefe do Departamento de Administração e, posteriormente, como encarregado da Divisão de Pessoal. Além disso, participou de comissões hidrográficas destacado no Navio Hidrográfico “Sirius” (1968) e na lancha “Regulus” (1970-1972).

Em julho de 1973, foi designado pela Marinha para realizar estudos na *Naval Postgraduate School* (NPS), nos Estados Unidos. Nessa instituição, localizada em Monterey, Califórnia, concluiu tanto o bacharelado em Ciências com especialização em Oceanografia em 1974, como o mestrado na mesma área em 1975 (Figura 3). Durante esse período, participou de cruzeiros oceanográficos na costa da Califórnia a bordo do Navio de Pesquisa “Acacia”, da NPS, além de ter realizado uma visita ao Ártico (Figura 4). Ainda nesse período, foi promovido ao posto de Capitão de Corveta em dezembro de 1973.

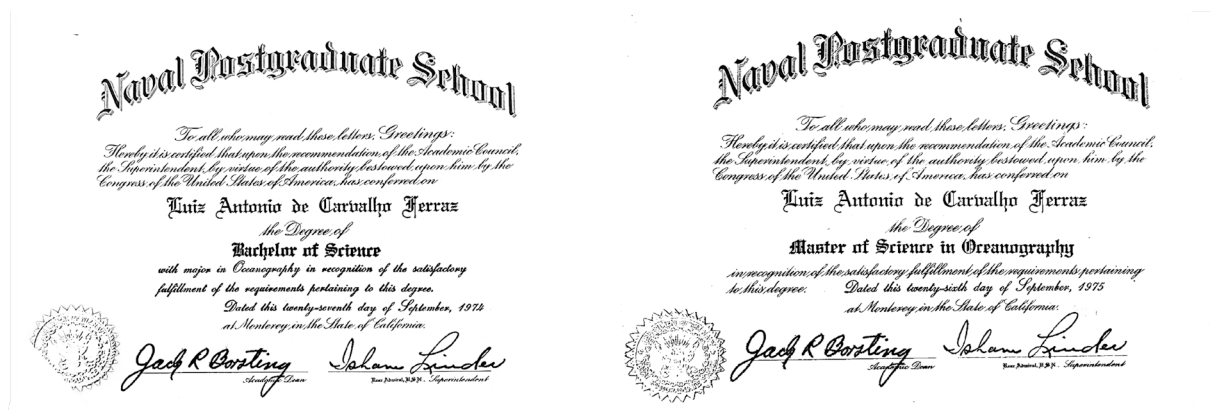


Figura 3- Diplomas de Bacharelado (à esquerda) e Mestrado (à direita) recebidos pelo Comandante Ferraz na *Naval Postgraduate School*, Califórnia, EUA. Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.

Após concluir o mestrado, em novembro de 1975, retornou ao Brasil para servir na DHN. No mês seguinte, foi designado para integrar uma comissão hidrográfica na Antártica, embarcando no navio britânico HMS “Endurance”. Em seguida, em janeiro de 1976, participou de outra viagem à Antártica a bordo do navio britânico RRS “Bransfield”. Em novembro de 1976, assumiu a função de encarregado da Seção de Marés da DHN.



Figura 4 – Comandante Ferraz ao lado da bandeira do Brasil no Ártico, em Barrow, Alasca (EUA), maio de 1975. Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.

Em junho de 1976, foi designado suplente do representante da Marinha no Conselho Deliberativo da Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), função que exerceu até julho de 1979. Ainda em 1976, atuou como assessor técnico para assuntos de Oceanografia na 6ª Reunião da Comissão Mista Brasil-Alemanha de Cooperação Científica e Tecnológica.

Entre 1977 e 1979, atuou como coordenador técnico da parte de marés no convênio DHN-ELETROBRAS, que visava à implantação de uma usina maremotriz na costa norte do país.

Em março de 1978, foi destacado por dois meses para o Navio Oceanográfico “Almirante Saldanha”, onde exerceu a função de chefe do Departamento de Oceanografia (Figura 5). Nesse período, participou da Comissão “CONVERSUT II”, realizada em águas da Argentina e do Uruguai, totalizando 39 dias de mar. Pelo desempenho exemplar, recebeu mais uma citação meritória, que destacou sua inquestionável competência profissional, liderança, espírito de camaradagem e cooperação.

Promovido ao posto de Capitão de Fragata em agosto de 1979, assumiu, em novembro do mesmo ano, o Departamento de Instrução da DHN. Em julho de 1980, passou a chefiar o Departamento de Geofísica, contribuindo significativamente para a estruturação e o fortalecimento das atividades Departamento, em um contexto em que a DHN ainda estava sediada na histórica Ilha Fiscal. Durante esse período, representou a Marinha em diversos eventos científicos no Brasil e no exterior, consolidando sua atuação na área.

2.2. ATUAÇÃO NA PESQUISA, CONGRESSOS E REUNIÕES CIENTÍFICAS

Além de seu trabalho de campo, o Comandante Ferraz teve uma carreira



Figura 5- Comandante Ferraz a bordo do Navio Oceanográfico “Almirante Saldanha”. Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.

acadêmica notável. Foi instrutor de Oceanografia Física e Previsão de Marés no CAHO. Também ministrou palestras e conferências sobre Hidrografia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), na Petrobras e na Escola Naval. Sua atuação transcendeu a esfera nacional, tendo participado ativamente de reuniões e congressos internacionais, contribuindo para consolidar a presença do Brasil e da Marinha do Brasil no cenário científico global.

Em novembro de 1978, foi designado para recepcionar, em Recife-PE, o Dr. David E. Cartwright, Diretor do Instituto de Ciências Oceanográficas da Grã-Bretanha e Cientista-Chefe do RRS “Discovery”. Em abril de 1979, foi incumbido de acompanhar a



implantação do sistema de processamento de dados de marés desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. No mesmo ano, em agosto, participou da reunião preparatória da XI Assembleia da Comissão Oceanográfica Intergovernamental, realizada no Ministério das Relações Exteriores.

Foi representante brasileiro e suplente da Marinha na comissão nacional junto ao Comitê Científico de Pesquisa Oceânica (SCOR) do Conselho Internacional de Ciência (ICSU) em 1980. No mesmo ano, foi coordenador do projeto “Pesquisas e Estudos Oceanográficos”, vinculado à DHN, e representou a Marinha na comissão nacional para o Programa Global de Pesquisas Atmosféricas (GARP), participando do Grupo de Trabalho responsável por coordenar as ações do Ministério da Marinha e do Ministério das Relações Exteriores em organismos internacionais voltados para questões oceanográficas. O GARP foi um dos mais importantes programas internacionais voltados para o estudo da interação entre a atmosfera e os oceanos, contribuindo diretamente para a melhoria da previsão meteorológica.

Em novembro de 1980, representou a DHN como observador na reunião regional de diretores de centros de ensino de oceanografia, realizada no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). Em maio do ano seguinte, coordenou a IV reunião do Conselho Consultivo da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e da Federação Internacional dos Geômetras (FIG) para a formação de hidrógrafos, realizada na Escola de Guerra Naval. Também participou do XII Encontro

do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), realizado em João Pessoa em novembro de 1981.

Em março de 1982, participou da XV sessão do conselho executivo da Comissão Oceanográfica Intergovernamental em Paris, França. Foi designado, em julho daquele ano, para participar da Reunião com a Superintendência de Cooperação Internacional do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para tratar de assuntos da Comissão Nacional para o SCOR. Em agosto, representou a Marinha na V Assembleia Oceanográfica Conjunta e a reunião geral do SCOR, realizada no Canadá.

Sua ampla atuação científica, tanto no Brasil quanto no exterior, consolidou sua reputação como uma das principais referências em Hidrografia naquele período. Esse percurso profissional teve papel importante para sua contribuição em um dos marcos mais significativos da presença científica brasileira: a atuação na Antártica.

3. O LEGADO DO COMANDANTE FERRAZ

O Comandante Ferraz teve uma trajetória marcada por suas contribuições. Sua experiência na Antártica e sua participação na formulação do PROANTAR ajudaram a fortalecer a presença do país na Antártica. Além disso, sua pesquisa em modelagem numérica aplicada à previsão hidrodinâmica representou um dos primeiros esforços nesse campo no Brasil, em um período em que essa abordagem ainda se desenvolvia no cenário internacional. Seu trabalho reflete a combinação entre experiência de campo e conhecimento técnico, aspectos que marcaram sua carreira.

3.1. CONTRIBUIÇÃO PARA A PRESENÇA BRASILEIRA NA ANTÁRTICA

A experiência do Comandante Ferraz na Antártica a bordo dos navios britânicos entre 1975 e 1976 proporcionou-lhe um conhecimento valioso sobre as operações em ambiente polar, fortalecendo sua atuação nos anos seguintes.

Em 1982, foi designado para integrar a subcomissão de elaboração do projeto do PROANTAR para o período de 1982 a 1984, submetido à apreciação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e, posteriormente, da Comissão Nacional para Assuntos Antárticos

(CONANTAR). No mesmo ano, realizou diversas viagens a Brasília, onde apresentou ao Estado-Maior da Armada relatórios sobre a inspeção de navios polares e participou ativamente do processo de escolha do “Thala Dan” (Figura 6), navio que, em 1982, viria a se tornar o primeiro Navio Polar do Brasil, o “Barão de Teffé”.

Ainda em 1982, participou da reunião do grupo ad hoc de logística do PROANTAR, colaborando no planejamento das operações que garantiriam a presença brasileira na Antártica. Além disso, como membro da subcomissão responsável pela formulação do projeto, contribuiu diretamente para a estruturação do programa.



Figura 6- Navio "Thala Dan" adquirido para se tornar o primeiro Navio Polar brasileiro, o "Barão de Teffé". Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.



3.2. SUA PESQUISA PIONEIRA SOBRE A MODELAGEM NUMÉRICA

A dissertação de mestrado do Comandante Ferraz (Figura 7), intitulada "Tidal and Current Prediction for the Amazon's North Channel Using a Hydrodynamical-Numerical Model", representou um marco para a modelagem numérica no Brasil, sendo o primeiro³ a aplicar um modelo hidrodinâmico para previsão de marés e correntes a um estuário brasileiro (Miranda, Castro e Kjerfve, 1997).

Publicada em 1975, sua pesquisa utilizou o modelo hidrodinâmico desenvolvido por Hansen (1956) para prever as correntes e marés no canal Norte do Rio Amazonas (Figura 8). O estudo empregou uma malha numérica com resolução de 1800 metros, representando a hidrodinâmica do canal (Figura 9). As forças do modelo incluíram a influência das marés e a descarga do rio Amazonas. Os resultados obtidos foram comparados com medições e previsões feitas pelo método harmônico, permitindo avaliar o desempenho do modelo e sua aplicabilidade para previsões futuras.

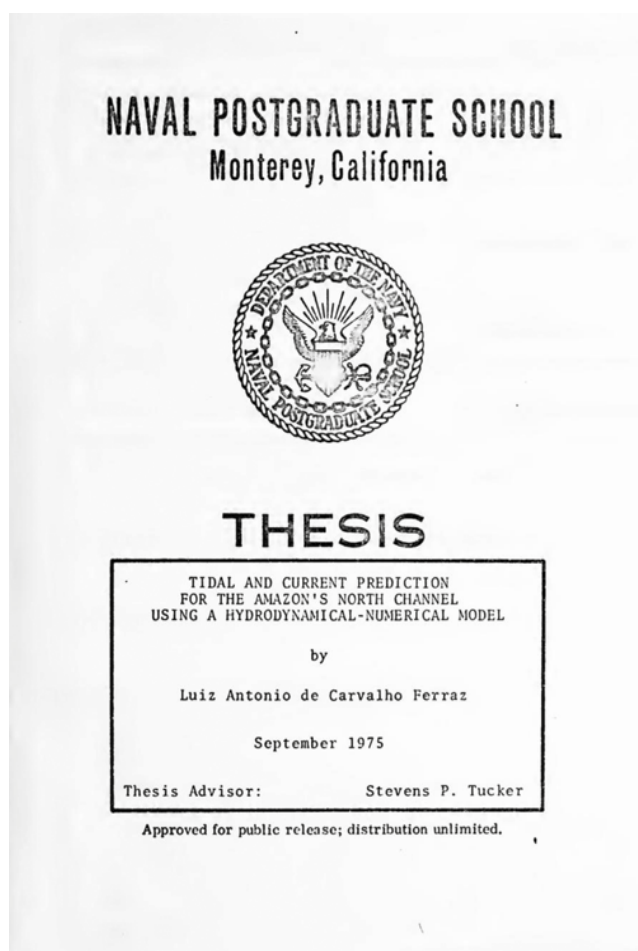


Figura 7- Capa da dissertação de mestrado do Comandante Ferraz.
Fonte: Ferraz (1975).

³ O pioneirismo do Comandante Ferraz na implementação de um modelo numérico para a previsão de marés e correntes em um estuário brasileiro também é reconhecido no livro "Princípios de oceanografia física de estuários" (Miranda, Castro e Kjerfve, 1997).

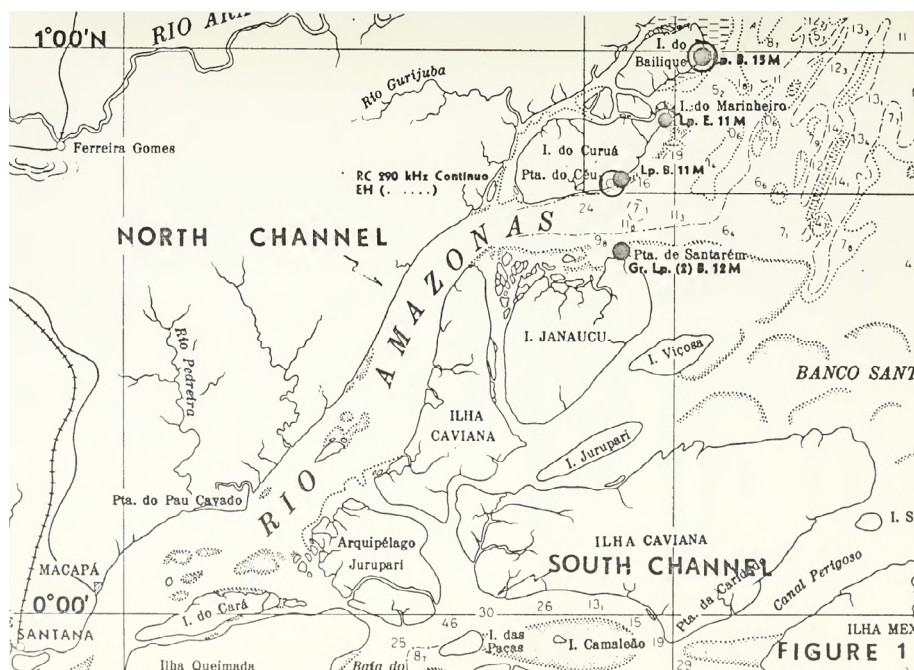


Figura 8- Área de estudo da dissertação do Comandante Ferraz: O canal Norte do Rio Amazonas.
Fonte: Ferraz (1975).

Os resultados da dissertação indicaram que as previsões na parte norte do canal apresentaram boa concordância com as observações, com discrepâncias de no máximo 12% em relação à amplitude

da maré. Por outro lado, o desempenho do modelo na parte sul foi limitado devido à baixa resolução da malha numérica e à complexidade da batimetria.

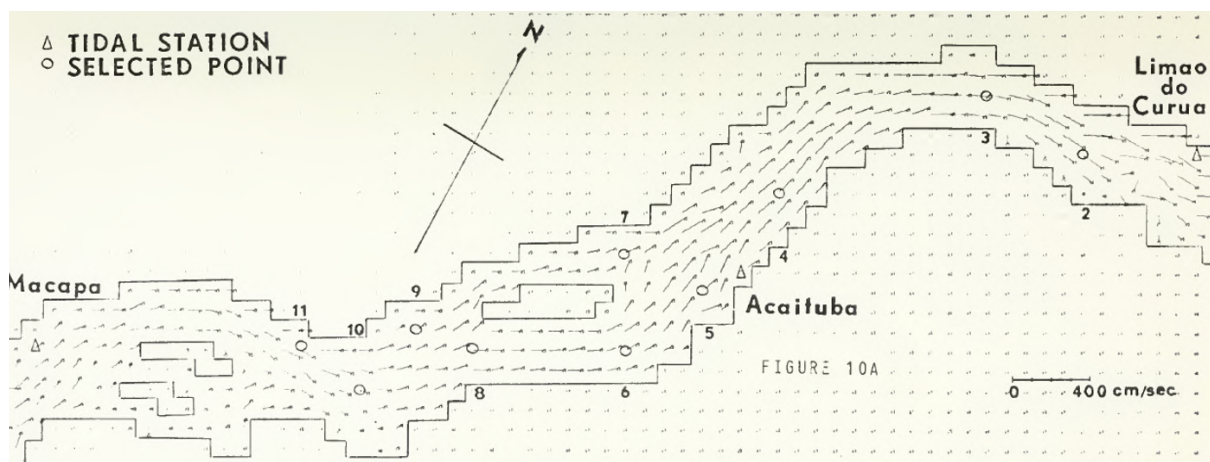


Figura 9- Resultado do modelo implementado pelo Comandante Ferraz para correntes no canal Norte do Rio Amazonas.
Fonte: Ferraz (1975).



Para compreender a relevância dos resultados obtidos pelo Comandante Ferraz, é necessário revisitar o contexto histórico da modelagem numérica e sua evolução. O desenvolvimento dessa área ao longo do século XX ocorreu em diferentes etapas, impulsionado pelo avanço da computação e pela crescente necessidade de previsões mais precisas.

Em 1922, o matemático L. F. Richardson realizou as primeiras tentativas de previsão numérica do tempo, estabelecendo um marco teórico que serviria de base para futuros avanços. Nos anos 1950, os Estados Unidos iniciaram o desenvolvimento das primeiras previsões numéricas do tempo, alcançando progressos significativos entre 1950 e 1954, período em que os primeiros modelos computacionais foram implementados.

Em 1965, o Serviço Meteorológico Britânico adotou seu primeiro modelo numérico operacional, enquanto, na década de 1970, a Marinha dos Estados Unidos começou a investir na modelagem numérica aplicada à Oceanografia, implementando, em 1974, seu primeiro modelo de ondas.

Foi nesse cenário de avanço da modelagem numérica que, em 1975, o Comandante Ferraz publicou sua dissertação de mestrado. Seu trabalho figurou entre os primeiros esforços brasileiros na aplicação de modelos numéricos, em um período em que a previsão numérica ainda levaria cerca de duas décadas para ser implementada de forma operacional no país.

A modelagem numérica na Oceanografia seguiu evoluindo e, em 1979, foi criado o Fleet Numerical Oceanography Center, nos Estados Unidos, consolidando a previsão numérica operacional no meio militar.

No Brasil, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

idealizaram, no final da década de 1980, a criação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), que foi inaugurado em 1994. As atividades de previsão numérica de tempo tiveram início no ano seguinte, em 1995.

Na DHN, a modelagem numérica operacional teve sua primeira implementação em 1997, com a introdução de um modelo atmosférico. Em 1999, foi incorporado o primeiro modelo de ondas, e, em 2007, um modelo hidrodinâmico passou a ser utilizado operacionalmente para a previsão de correntes.

A pesquisa desenvolvida pelo Comandante Ferraz demonstrou, já em 1975, o potencial da aplicação da previsão numérica em águas brasileiras. Seu trabalho antecipou tendências e evidenciou sua visão inovadora na aplicação da modelagem numérica, destacando-o como um dos precursores dessa abordagem no país.

4. O RECONHECIMENTO A UM EXEMPLO DE DEDICAÇÃO

O Comandante Ferraz faleceu prematuramente, aos 42 anos, em 11 de agosto de 1982, vítima de infarto agudo do miocárdio, enquanto estava a serviço em Halifax, província da Nova Escócia, Canadá. Na ocasião, representava o Brasil na V Assembleia Oceanográfica Conjunta e na reunião geral do SCOR. Durante seus últimos momentos no Victoria General Hospital, esteve acompanhado pelo Almirante Alberto dos Santos Franco, renomado hidrógrafo e especialista no estudo de Marés, que também participava da Assembleia. Ao lado do Comandante Ferraz, o Almirante ouviu aquelas que seriam suas últimas palavras, direcionadas aos seus familiares e à DHN, instituição onde construiu uma carreira notável (Revista Marítima Brasileira, 1982).

No dia seguinte ao seu falecimento, foram arrecadados e registrados os objetos deixados por ocasião de sua partida. Entre as diversas peças de uniforme e itens de higiene pessoal, destacavam-se uma máquina de datilografia Olivetti Lettera 32 e um exemplar de um livro de Oceanografia. A presença do livro entre seus pertences simboliza a devoção do Comandante Ferraz ao conhecimento dos oceanos, uma vocação que carregava consigo em todas as suas jornadas.

Sua morte repentina, ocorrida durante um evento de grande importância científica, causou forte impacto tanto na Marinha do Brasil quanto na comunidade oceanográfica.

Como forma de reconhecimento por sua trajetória e contribuições, seu nome foi eternizado na Estação Antártica Comandante Ferraz. A homenagem reflete seu papel na consolidação da presença científica do Brasil na Antártica.

Sua relevância foi reconhecida internacionalmente, sendo homenageado no Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly, 1982, General Symposia (Figura 10), onde foi destacada a relevância do seu trabalho e que "a Marinha do Brasil e a comunidade oceanográfica perderam um cientista e colega de trabalho muito querido."

Recebeu também uma homenagem na inauguração do Laboratório de Oceanografia Física da UERJ, ocasião em que foi descerrada uma placa em sua memória. A cerimônia contou com a presença, entre outras autoridades, do Reitor da Universidade, do Diretor de Hidrografia e Navegação e de uma representante da família, sua filha. Seu nome também foi atribuído ao Farolete Comandante Ferraz, sinal luminoso instalado em dezembro de 1984 na Baía do Almirantado, na Antártica, sendo o mais austral mantido pelo Centro de Auxílio à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR).

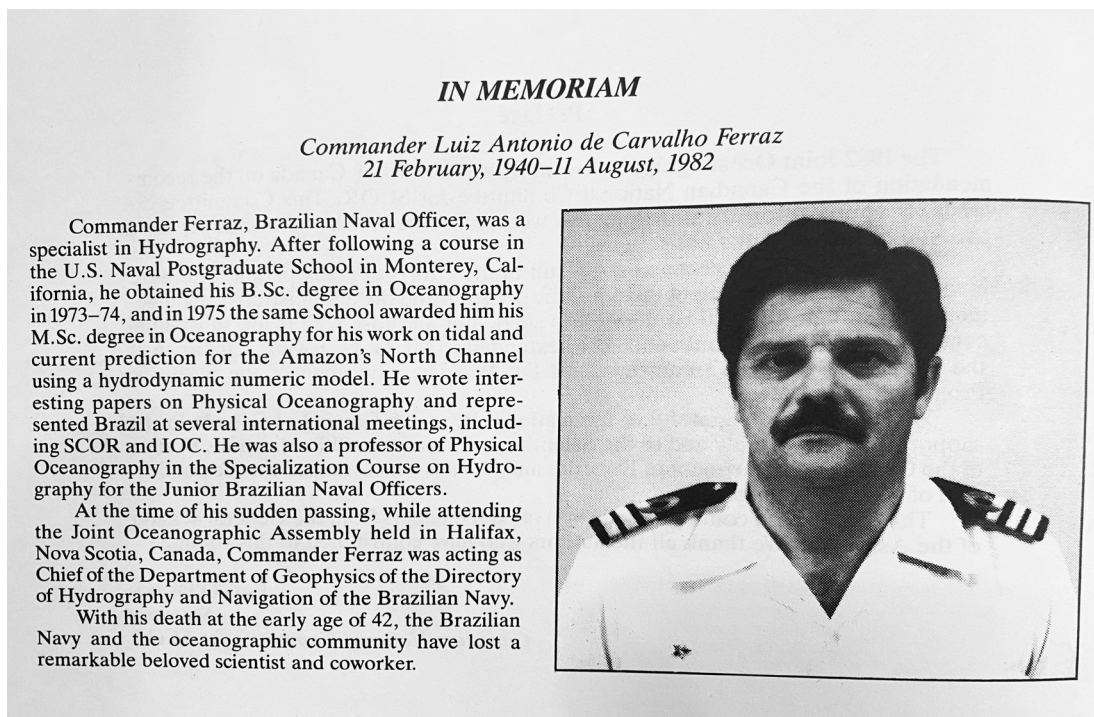


Figura 10- Nota de falecimento publicada na revista Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly. Fonte: Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly (1982).



Além disso, o Comandante Ferraz foi condecorado, a título póstumo, em dezembro de 1982, com a Medalha da Ordem do Mérito Naval, no grau de Cavaleiro. No ano seguinte, em dezembro de 1983, foi agraciado com a Medalha da Ordem de Rio Branco, no grau de Oficial. A cerimônia, presidida pelo Presidente da República, João Batista Figueiredo, contou com a presença do Ministro das Relações Exteriores, Ramiro Saraiva Guerreiro, e do Ministro da Marinha,

Almirante de Esquadra Maximiano Eduardo da Silva Fonseca, um entusiasta do trabalho do Comandante Ferraz. A honraria foi entregue à Sra. Alice Ferraz, representando a família na ocasião (Figura 11).

Ao longo de sua carreira, o Comandante Ferraz deixou uma contribuição significativa para a Hidrografia. Seu trabalho e dedicação continuam sendo lembrados, servindo como referência para aqueles que seguem explorando e estudando os oceanos.



Figura 11- A Sra. Alice Rosa Nezi Ferraz recebe a Medalha da Ordem de Rio Branco das mãos do Presidente da República, João Batista Figueiredo, em dezembro de 1983. A cerimônia contou com a presença do Ministro das Relações Exteriores, Ramiro Saraiva Guerreiro (de terno escuro), e do Ministro da Marinha, Almirante de Esquadra Maximiano Eduardo da Silva Fonseca (à retaguarda do Presidente). Fonte: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO TURMA QUEVEDO (ATQ). Turma Quevedo: sessenta anos de participação na vida brasileira. Coordenação editorial: Diretoria da ATQ. Rio de Janeiro: ATQ, 2017. 428 p.

FERRAZ, L. A. de C. Tidal and current prediction for the Amazon's North Channel using a hydrodynamical-numerical model. 1975. 85 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Naval Postgraduate School, Califórnia, 1975.

HANSEN, W. Theorie zur Errechnung des Wasserstandes und der Strömungen in Randmeeren nebst Anwendungen. Tellus, Stockholm, v. 8, p. 287–300, 1956.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: EDUSP, 1997. 414 p.

PROCEEDINGS of the Joint Oceanographic Assembly, 1982, General Symposia: Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada. Ottawa: Canadian National Committee for the Scientific Committee on Oceanic Research (CNC/SCOR), 1983. 189 p.

REVISTA MARÍTIMA BRASILEIRA. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, n. 7/9, 3º trimestre, p. 153, 1982.

SANTOS, P. G. dos, Filho. A vela em Villegagnon: 1938–1972. Revista de Villegagnon, Rio de Janeiro, n. 50, p. 50–53, 2022.

VEIGA, M. W. O. “In memoriam” Luiz Antônio de Carvalho Ferraz. Anais Hidrográficos, Rio de Janeiro, Tomo XLII, p. 37–45, 1985.v. 42, p. 1553-1568, 2014.





“NAVEGAR É PRECISO!”: UMA REFLEXÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DO DOMÍNIO DA MEDIÇÃO DO TEMPO NA NAVEGAÇÃO CONTEMPORÂNEA

*Capitão de Corveta Daniel Martins Saraiva
Leontsinis¹*

RESUMO

Este artigo aborda a importância do domínio do tempo para assegurar a capacidade de navegar com a precisão necessária. Neste contexto, ressalta-se o papel do Serviço da Hora que, no Brasil, a cargo do Observatório Nacional (ON), tem a atribuição de definir, manter e divulgar a Hora Legal Brasileira (HLB) em conformidade com os padrões internacionais de modo a guardar a sua natural coerência com a rotação da terra. Inicialmente, apresenta-se um breve histórico com alguns dos principais conceitos e métodos desenvolvidos pela humanidade a respeito do tempo e sua medição até o estágio atual, em que relógios atômicos são utilizados para assegurar precisão quase perfeita. Este avanço tecnológico tem sido útil a uma parametrização internacional da contagem do tempo de maneira a garantir a devida correlação entre a hora fisicamente determinada e aquela definida, por convenção, em prol de um sincronismo em âmbito global. Neste contexto, nota-se a relevância do Serviço da Hora para sistemas críticos em larga escala, como telecomunicações, redes elétricas, padrões de certificação eletrônica com carimbo de tempo e, especialmente, aplicações de *Positioning, Navigation and Timing* (PNT) para navegação marítima, terrestre e aeroespacial. Conclui-se que a adequada precisão temporal é imprescindível à

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Chefe do Departamento de Ensino do Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino – CIAARA. Email: leontsinis@marinha.mil.br

resiliência das infraestruturas de serviços essenciais à sociedade, especialmente, à navegação segura e eficaz. Tal realidade exige atenção aos riscos de interferências intencionais e fenômenos físicos naturais que podem impactar o funcionamento dos sistemas de posicionamento via satélite, *Global Navigation Satellite System* (GNSS), os quais dependem de adequada medição do tempo. Neste diapasão, amparando-se em eventos históricos e casos recentes, aponta-se a importância de mecanismos de contingência que recorrem às técnicas basilares de navegação, a exemplo da obtenção e manutenção da hora oficial onde quer que se navegue sem o auxílio de comunicação satelital. A atividade exercida pela Divisão Serviço da Hora (DISHO) do ON brasileiro, aliada ao emprego de cronômetros marítimos a bordo dos navios da Marinha do Brasil, é um exemplo consonante com a crescente demanda por resiliência de sistemas PNT. Trata-se, portanto, da relevância do compreender e aplicar técnicas básicas, como alternativas à dependência de satélites, sobretudo, em um contexto geopolítico e geofísico que ressalta, de forma recorrente, as vulnerabilidades geradas pelo excesso de confiança em tecnologias de ponta incorporadas ao dia-a-dia dos navegantes.

Palavras-Chave: Serviço da Hora; tempo; PNT; resiliência; satélites; navegação.

ABSTRACT

This article discusses the importance of timekeeping mastery to ensure the ability to navigate with the required precision. In this context, it highlights the role of the Time Service. In Brazil, this responsibility lies with the National Observatory (ON), which is tasked with defining, maintaining, and disseminating the Brazilian Legal Time

(HLB) in accordance with international standards, thereby ensuring its natural coherence with the Earth's rotation. Initially, a brief historical overview is presented, with some of the main concepts and methods developed by humanity regarding time and its measurement, up to the current stage in which atomic clocks are used to guarantee near-perfect precision. This technological advancement has enabled the international standardization of timekeeping to ensure the proper correlation between the physically determined time and the one defined by convention, aiming at global synchronization. In this context, the importance of the Time Service becomes evident for large-scale critical systems such as telecommunications, power grids, electronic certification standards with timestamping, and, in particular, Positioning, Navigation, and Timing (PNT) applications for maritime, terrestrial, and aerospace navigation. It follows that adequate temporal precision is indispensable for the resilience of infrastructures that provide essential services to society, especially for safe and effective navigation. This reality demands attention to the risks of intentional interferences and natural physical phenomena that may affect the operation of satellite-based positioning systems, such as the Global Navigation Satellite System (GNSS), which depends on accurate time measurement. In this regard, supported by historical events and recent cases, the importance of contingency mechanisms is underscored, especially those based on fundamental navigation techniques, such as the acquisition and maintenance of official time wherever one sails without satellite communication. The work carried out by the Time Service Division (DISHO) of the Brazilian National Observatory, along with the use of marine chronometers aboard Brazilian Navy ships, is an example in alignment with the increasing



demand for resilience in PNT systems. This article thus addresses the importance of understanding and applying fundamental techniques as viable alternatives to satellite dependence, particularly within a geopolitical and geophysical context that continually underscores the vulnerabilities arising from excessive reliance on advanced technologies embedded in the daily practices of navigators.

Keywords: Time Service; time; PNT; resilience; satellites; navigation.

1. INTRODUÇÃO

É provável que boapartedosbrasileiros desconheça que existe um garantidor da medição do tempo físico como marcador oficial da história e elo de sincronismo para todas as atividades em qualquer lugar do país: o Serviço da Hora. Neste diapasão, há uma coordenação internacional dos esforços de dezenas das nações mais influentes do planeta para a determinação e manutenção do horário internacional em prol da padronização da informação horária no mundo inteiro. A importância deste serviço é das mais transversais em nossa sociedade e influencia praticamente todos os temas contemporâneos. Atendo-se, no entanto, à navegação, no contexto do conceito de *Positioning, Navigation and Timing* (PNT), que consiste em requisitos de posição, navegação e sincronismo de tempo de um sistema (NORBERTO, 2024), o tempo tem papel protagonista na medida indireta dos parâmetros que determinarão uma navegação precisa e segura. Para compreender a relevância da acurácia temporal nos sistemas clássicos de navegação até os mais atuais e seu impacto na história da humanidade, é interessante considerar que o manejo do tempo passou por diversos saltos culturais, filosóficos e técnicos ao longo dos séculos.

O tempo, de certa forma, conecta e limita a tudo e a todos em uma trama que se forma no presente, dá sentido cronológico à existência do passado e permite a projeção de um futuro. Isaac Newton, considerado “o pai da Física”, definiu o tempo como um ente absoluto, conceito que atendeu bem às aplicações para escalas de tempo, espaço e velocidade comuns ao cotidiano científico de sua época, servindo de base para o pensamento intuitivo e pragmático sobre o tempo até hoje: “O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e por sua natureza, flui uniformemente, sem relação com qualquer coisa externa e, por outro nome, é chamado duração”. (NEWTON, 1687, p. 15, tradução nossa).

Já no século XX, em meio às pressões de evolução tecnológica catalisadas pelas tensões geopolíticas que culminaram nos conflitos de escala mundial vividos por sua geração, Albert Einstein postulou que o tempo é, na verdade, relativo: “Dois acontecimentos que, para um observador, ocorrem simultaneamente em lugares diferentes, não ocorrem simultaneamente para um observador em um sistema em movimento relativo”. (EINSTEIN, 1905, p. 895). Em outras palavras, conforme a teoria do célebre físico alemão, pode-se afirmar que o tempo passa de forma diferente para um observador parado em terra firme e um outro a bordo de uma aeronave em voo.

Nesta linha de raciocínio, se fosse possível dar a cada um deles relógios sincronizados com altíssima precisão, seriam registradas diferenças observáveis na medição do intervalo de tempo de um mesmo voo. Este entendimento foi comprovado, na prática, pelo experimento de Hafele e Keating (1971) que, utilizando relógios atômicos a bordo de aeronaves em alta velocidade relativa, confirmou o novo paradigma sobre o tempo proposto

por Einstein mais de seis décadas antes: “As mudanças relativísticas no tempo do relógio foram observadas, com resultados

consistentes com as previsões das teorias da relatividade especial e geral”. (HAFELE; KEATING, 1972, p. 170).



Figura 1- Hafele e Keating e seus relógios atômicos a bordo de um avião por ocasião do experimento que comprovou as previsões de Albert Einstein. Fonte: Disponível em: <https://www.mundogump.com.br/o-estranho-experimento-hafele-keating/>. Acesso em: 5 ago. 2025.



Antes de Hafele e Keating, experimentos como o de Pound–Rebka comprovaram a afirmação teórica da Relatividade Geral de Einstein, de que a gravidade deforma o espaço-tempo e altera o ritmo de todos os processos físicos, incluindo relógios (POUND; REBKA, 1960; EINSTEIN, 1916). Este amadurecimento na percepção da realidade física do tempo também é verificável nos erros de sincronismo observados nos relógios atômicos dos satélites que compõem os *Global Navigation Satellite System* (GNSS), que necessitam de correções constantes para compensar os efeitos previstos pela Relatividade Geral e Especial (ASHBY, 2003), a exemplo do que ocorre na constelação de satélites do Global Positioning System (GPS).

Desenvolvida a partir do alicerce teórico e prático legado pela experiência de muitas gerações, a evolução tecnológica parece refletir o entendimento alcançado sobre o tempo, que se constitui, simultaneamente, objeto de estudo e veículo para o desenvolvimento da humanidade. Na contínua busca pelo melhor emprego possível do tempo, está posta a questão da capacidade que, de fato, se tem de medi-lo e controlá-lo com segurança e eficiência em benefício da sociedade contemporânea.

2. HISTÓRICO DA MEDIÇÃO E REGISTRO DO TEMPO ATÉ A ATUALIDADE

Os mais notáveis registros da antiguidade indicam que o estudo do tempo tem seu início intimamente relacionado à observação dos astros: “E disse Deus: Haja luminares na expansão dos céus, para haver separação entre o dia e a noite; e sejam eles para **sinais e para tempos determinados**, e para dias e anos” (BÍBLIA, Gênesis 1:14).

A começar pelo Sol, que durante o dia, por meio de técnicas rudimentares, a partir de cuidadoso estudo e observação diária da sombra de objetos, ao longo dos anos, alcançou-se um acompanhamento do tempo, consideravelmente satisfatório, em diversas culturas antigas. Destarte, instrumentos foram desenvolvidos, relógios de Sol foram utilizados amplamente para a medição do tempo e do espaço permitindo façanhas como o cálculo da



Figura 2- Satélite do GPS em órbita. Seus relógios atômicos comprovam as Teorias da Relatividade Geral e Especial de Einstein, ao apresentarem necessidade de correções decorrentes dos efeitos da velocidade relativa e do campo gravitacional sobre a passagem do tempo. Fonte: ALAMY. GPS satellite in Earth orbit. Disponível em: <https://www.alamy.com/stock-photo-gps-satellite-in-earth-orbit-57366170.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

circunferência aproximada da terra por Eratóstenes de Cirene no século III a.C. (HEATH, 2023).

Já para a noite, desenvolveram-se instrumentos como o “Nocturlábio” (CIÊNCIA VIVA, 2025) que, com menor precisão, permitia a observação de horários a partir da luz da Lua e de certas estrelas cujo movimento nos céus já era conhecido e registrado pelos antigos. Ainda, para momentos em que não havia céu claro para observar os astros, desenvolveram-se ampulhetas



Figura 3- Nocturlábio: instrumento utilizado, principalmente entre os séculos XIV e XVI, para medir o tempo, no período da noite, e estimar a longitude a partir de astros cujos movimentos no céu eram conhecidos. Fonte: Disponível em: <https://www.lojademuseudemarinha.pt/pt/nocturlabio-girolamo-della-volpaia.html>. Acesso em: 5 ago. 2025.

(relógios de areia), pepsidras (relógios de água) até que as técnicas se aprimoraram e chegamos aos relógios de pêndulo, cordas, ponteiros e digitais, que ainda figuram no horizonte contemporâneo na medida em que entregam satisfatória precisão e praticidade ao dia-a-dia da sociedade.

Atualmente, entre as tecnologias mais avançadas de medição do tempo, estão os relógios atômicos que utilizam elementos como césio, hidrogênio, rubídio e estrôncio. De acordo com o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM, 2019) e com a revista Visão (2024), os mais precisos entre os relógios atômicos atuais podem levar de 300 milhões a 30 bilhões de anos para apresentar erro da ordem de um segundo.

2.1. O SERVIÇO DA HORA

Apesar do elevado patamar alcançado pela ciência, nenhum destes avanços técnicos prescindem do ajuste fundamental, físico, concreto, fruto da observação efetiva dos movimentos astronômicos: o devido acompanhamento da rotação da terra e seu movimento relativo ao sol, que indica a duração exata de cada dia, o ciclo de um ano e suas estações. Atualmente, essas informações são meticulosamente estudadas e registradas pelo *International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS), que mede o “horário físico”, diretamente atrelado à rotação da Terra, o chamado Tempo Universal (TU)², subsídio primário para a padronização da hora internacional.

²O Tempo Universal (TU ou TU1) equivale à média do tempo solar médio observado no primeiro meridiano de Greenwich e substituiu oficialmente a designação “Hora Média de Greenwich” (HMG), ou *Greenwich Mean Time* (GMT), como parâmetro internacional para a definição do tempo físico, sendo obtido por observações astronômicas diretas e corrigido dos efeitos de pequenos movimentos da Terra em relação ao seu eixo de rotação (variação polar). Referências: BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Lista de *Auxílios-Rádio 2025–2029*. 15. ed. Niterói: Centro de Hidrografia da Marinha, 2024; ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Universal Time. Trad. nossa. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Universal-Time>. Acesso em: 14 ago. 2025.



O ente responsável por essa padronização é o *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM)³, do qual o Brasil é considerado um dos Estados Membros fundadores desde a assinatura da Convenção do Metro em Paris, no dia 20 de maio de 1875 (BIPM, 2025). Para cumprir sua atribuição, o BIPM integra dados provenientes de 77 observatórios ou laboratórios metrológicos equipados com centenas de relógios atômicos distribuídos ao redor do globo. O fruto da compilação desses relógios atômicos, é o Tempo Atômico Internacional (TAI), que garante estabilidade e uniformidade temporal à informação horária. Para promover coerência entre o TAI e o TU, foi estabelecido o Tempo Universal Coordenado (UTC), que, ao ser criado em 1972, recebeu um ajuste inicial (*offset*) de 10 segundos em relação ao TAI. Desde então, para manter a diferença entre o UTC e o TU menor que 0,9 segundo, são inseridos **segundos intercalares** de forma periódica, conforme as necessidades motivadas por fatores geofísicos e aplicadas na forma de recomendações oportunas do IERS ao BIPM (BIPM, 2025; IERS, 2025).

Desta forma, pode-se dizer que, desde de 1972, o trabalho coordenado de 64 Estados Membros do BIPM, além

da colaboração de 39 países associados, organiza a informação horária no mundo para a determinação o mais precisa e sincronizada possível do horário internacional: o UTC. É neste contexto que, nos dias de hoje, o Serviço da Hora no Brasil, a cargo do Observatório Nacional (ON), cumpre sua missão de estabelecer, manter e difundir, por todos os meios disponíveis, o horário legal e científico em todo o território nacional (MARINHA DO BRASIL, 2024). O ON dispõe de estrutura que mantém e utiliza relógios atômicos bem como relaciona-se com o BIPM de maneira a representar o Brasil como membro dessa organização e contribuir para o mencionado cálculo do UTC.

A figura a seguir descreve o fluxo simplificado da informação horária com a devida validação e disponibilização ao usuário final da Hora Legal Brasileira (HLB) via internet e por radiodifusão. Os métodos especificados no fluxograma são utilizados pelo ON de maneira a garantir a conformidade da HLB com o UTC, a partir de parâmetros definidos pelo BIPM, o que viabiliza a informação horária nacional como dado preciso e amplamente reconhecido para aplicações científicas, tecnológicas e cotidianas.

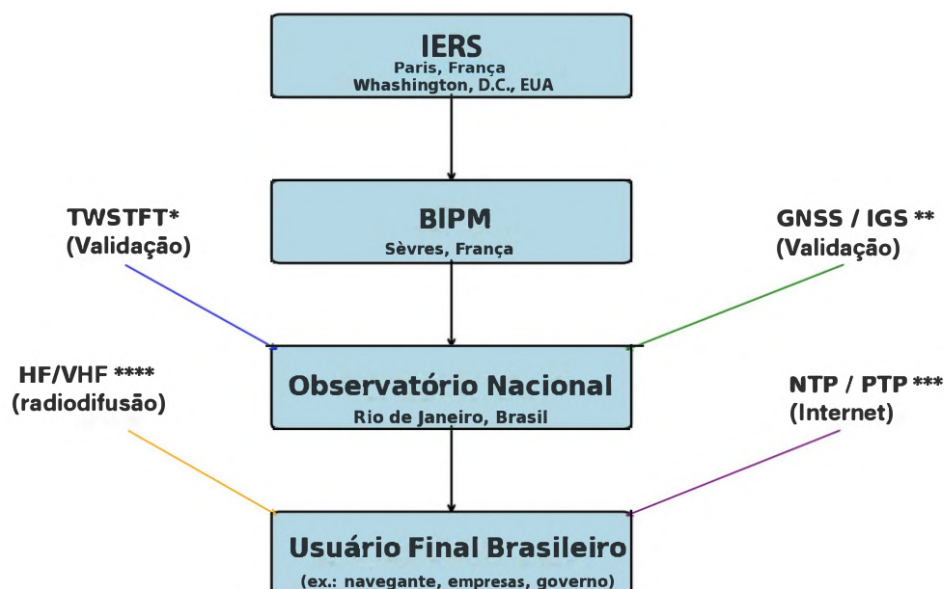


Figura 4- Hora Legal Brasileira (HLB). Fonte: Elaborado pelo autor com base em: BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES (BIPM). BIPM. 2025. Disponível em: <https://www.bipm.org>. Acesso em: 14 ago. 2025. INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE (IERS). Disponível em: <https://www.iers.org>. Acesso em: 14 ago. 2025. OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). Tempo e Frequência. Disponível em: <https://www.gov.br/observatorio/pt-br/assuntos/areas-de-atuacao/tempo-e-frequencia>. Acesso em: 14 ago. 2025. OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). Rádio-Difusão de Sinais Horários. Disponível em: <http://www.horalegalbrasil.mct.on.br/RadioDifusaoSinaisHorarios.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

* Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT): técnica bidirecional via satélite geoestacionário que proporciona comparações de tempo com elevada precisão, comumente utilizada em relações com o BIPM e laboratórios internacionais de tempo.

** GNSS/IGS: utilização de receptores geodésicos GNSS – Global Navigation Satellite System e processamento via IGS – International GNSS Service⁴, com métodos Precise Point Positioning (PPP) e GPS Common-View⁵, para assegurar rastreabilidade da HLB ao UTC via comparações contínuas com o BIPM.

*** NTP/PTP: protocolos que permitem ao ON disponibilizar a HLB via Internet — o NTP é amplamente utilizado nacionalmente, enquanto o PTP (IEEE 1588) oferece precisão sub-microsegundos em redes locais.

**** HF/VHF – a Divisão Serviço da Hora (DSHO) do ON dissemina a HLB por radiodifusão na faixa de HF (10 MHz) e VHF (166,53 MHz e 171,13 MHz). Esse sistema de transmissão visa atender metas de cobertura nacional e apoio à navegação, sem caráter de validação metrológica (OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2025).

⁴O **Global Navigation Satellite System (GNSS)** é o termo genérico para sistemas globais de navegação por satélite, como GPS (EUA), GLONASS (Rússia), Galileo (União Europeia) e BeiDou (China), utilizados para posicionamento, navegação e tempo (PNT) em escala mundial. Já o **International GNSS Service (IGS)** é uma rede científica internacional que coleta e processa dados GNSS, gerando produtos de alta precisão, como órbitas e correções de relógio, para aplicações em geodésia, metrologia do tempo e pesquisas geodinâmicas.

⁵**Precise Point Positioning (PPP)** – técnica que utiliza dados de sistemas GNSS com medições precisas de fase e pseudodistância, acrescidas de correções refinadas de órbita e relógio, atingindo elevada precisão no alinhamento de tempo e frequência, com erros da ordem de centésimos de segundo ou menores. **GPS Common-View** – procedimento no qual dois laboratórios observam simultaneamente o mesmo satélite GNSS; ao comparar as medições e subtrair os erros comuns, obtêm-se resultados com precisão inferior a 1 nanosegundo (JUNQUEIRA, 2015; LEWANDOWSKI; PETIT, 1999).



Figura 5- Foto da sede do Observatório Nacional, instituição científica que, subordinada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), é responsável pela determinação, conservação e disseminação Hora Legal Brasileira. Abaixo, a foto de exemplar do Padrão atômico de Maser de hidrogênio (à direita) e de conjunto de Padrões atômicos de feixe de césio (à esquerda).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em: OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). Hora Legal Brasileira. Disponível em: <http://www.horalegalbrasil.mcti.gov.br/PadroesNacionaisTF.html>. Acesso em: 5 ago. 2025.

CIUFFO, Leandro. Fachada do Museu de Astronomia e Ciências Afins, antiga sede do Observatório Nacional. Fotografia, Rio de Janeiro, 25 jan. 2011. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Observat%C3%B3rio_Nacional#/media/Ficheiro:Observat%C3%B3rio_Nacional_%285388501749%29_%282%29.jpg. Licença Creative Commons Atribuição 2.0 Genérica (CC BY 2.0). Acesso em: 14 ago. 2025.

Este tipo de serviço, que envolve esforços nacionais e internacionais, permite a sincronização a nível global de atividades que envolvem infraestruturas críticas em larga escala de telecomunicações, redes elétricas, sistemas financeiros, carimbo de tempo para autenticação eletrônica internacional⁶, transportes e, principalmente, as aplicações ligadas ao conceito de PNT. Levanta-se, neste contexto, a seguinte reflexão: quais são os desafios impostos a esta geração no que tange à resiliência destes serviços básicos em um ambiente de instabilidade internacional? Atualmente, esforços das grandes potências militares do planeta apontam na direção do uso de técnicas de “spoofing”⁷ e “jamming”⁸, reduzindo a confiabilidade dos principais sistemas utilizados para a navegação marítima, que tem seu funcionamento baseado no correto e suficientemente preciso domínio da variável tempo.

Além das turbulências geopolíticas no mundo, o contexto geofísico tem chamado a atenção: nos últimos cinco anos, observações científicas têm revelado uma inesperada aceleração da rotação da Terra, resultando na redução do chamado “Length of Day” (LOD), a duração fisicamente mensurável do dia. Se esse fenômeno persistir nos próximos anos, será necessária a adoção de um segundo intercalar negativo – uma medida nunca antes aplicada na história da cronometria planetária (TIME, 2025).

Com o propósito de manter a adequada sincronia entre o padrão internacional (UTC) e o tempo baseado

⁶O **carimbo de tempo** é um serviço que associa a Hora Legal Brasileira a um documento eletrônico, garantindo registro oficial de data e hora, com base nos padrões de tempo mantidos pelo Observatório Nacional. Esse mecanismo integra a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira (ICP-Brasil) e atende requisitos técnicos e normativos reconhecidos nacional e internacionalmente, permitindo a certificação eletrônica de documentos com validade jurídica e interoperabilidade global (OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2025)

⁷**Spoofing**: técnica de falsificação de sinais GNSS com o objetivo de enganar receptores e induzi-los a calcular posições incorretas. **Fonte**: SCOTT, L. *A conceptual framework for GNSS signal authentication and integrity*. In: ION GNSS 2003 – *Proceedings of the 16th International Technical Meeting of the Satellite Division*. Portland: The Institute of Navigation, 2003. p. 688–699.

⁸**Jamming**: interferência intencional ou acidental que bloqueia os sinais GNSS, por meio da emissão de ruído na mesma faixa de frequência. **Fonte**: DENARO, R. P.; HUMPHREYS, T. E. *GNSS Spoofing and Jamming: A Guide for Civilian Users*. Austin: The University of Texas Radionavigation Laboratory, 2019. Disponível em: <https://radionavlab.ae.utexas.edu/images/stories/files/papers/sjbrief.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

estritamente na rotação da Terra (TU), desde 1972 foram inseridos 27 segundos intercalares positivos, ou seja, acrescidos ao UTC, sendo o último deles em 1º de janeiro de 2017, segundo os registros atualizados (NIST, 2025). Diante Um possível e inédito segundo intercalar negativo, levanta preocupações técnicas quanto à compatibilidade de sistemas de tecnologia da informação e redes interligadas globalmente, observa-se um aumento da atividade solar, com registro de manchas e tempestades que

podem afetar a ionosfera e, por conseguinte, impactar diretamente a propagação de sinais de radiofrequência, inclusive os utilizados por sistemas GNSS (KLARREICH, 2023). Esses riscos de ordem geofísica reiteram a urgência de estratégias de resiliência temporal, como o uso de backups terrestres e o domínio das técnicas tradicionais de navegação baseadas na observação e na manutenção autônoma da hora legal como medida de prudência em um cenário de indisponibilidade dos sistemas de navegação via satélite.

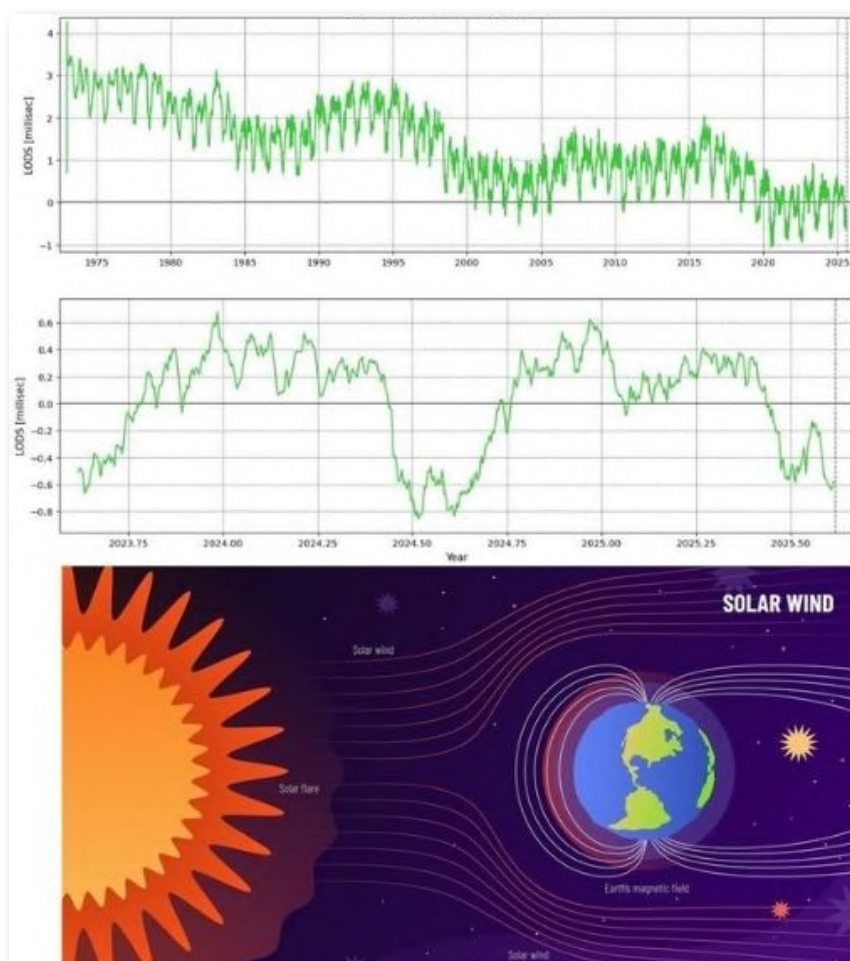


Figura 6- Preocupações Geofísicas: a tendência inédita de encurtamento da LOD (duração do dia físico) observada nos últimos cinco anos (gráfico da figura mostra, em milissegundos, médias negativas da variação do LOD a partir de 2020); e o risco significativo de tempestades solares que, a depender da intensidade, podem afetar infraestruturas de comunicação ao comprometer o campo magnético terrestre. Fonte: Elaborado pelo autor com base nos sites: www.iers.org/iers/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html; www.freepik.com/free-vector/solar-wind-protection-solar-storm-shield-earth-magnetic-field_229548-3469.htm.



Figura 7- Complexo gerenciamento do tempo: painel de partidas em estação de trem na Itália ilustra a importância da resiliência temporal para garantir a normalidade em situação de contingência. Fonte: WIRESTOCK. Naples, Italie – 20 juin 2021 : tableau de bord électronique avec les horaires des trains passant par la gare ferroviaire centrale de Naples. 123RF. Disponível em: https://fr.123rf.com/photo_176545419_naples-italie-20-juin-2021-tableau-de-bord-%C3%A9lectronique-avec-les-horaires-des-trains-passant-par-la-.html. Acesso em: 05 ago. 2025.

2.2. Breve histórico da medição do tempo no âmbito da navegação marítima

Quando se trata de navegação marítima, pouco antes do surgimento de cronômetros marítimos de alta precisão, a medição do tempo embarcado amparava-se no uso de ampulhetas, geralmente projetadas para medir, por exemplo, intervalos de 30 minutos. Tais dispositivos, de simples construção e confiável regularidade, em seus diferentes tamanhos e intervalos de tempo registrados, eram empregados para marcar o início e fim de um quarto de serviço ou registrar o tempo decorrido entre medições de velocidade como subsídio para a estimativa da distância percorrida por meio da navegação estimada segundo as técnicas da época. Apesar dos relógios de pêndulo já existirem naquele tempo e serem comuns em terra firme, mostravam-se impróprios para embarcações, devido à instabilidade provocada pelo balanço do mar e às variações de temperatura e umidade, que afetavam diretamente sua precisão.

Essas limitações evidenciaram a necessidade de um instrumento mais robusto e confiável para uso náutico.



Figura 8- Ampulheta Marinha de 30 Minutos: Instrumento de Navegação nos Séculos XV–XIX. Fonte: WIKIPEDIA. Marine sandglass. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_sandglass. Acesso em: 05 ago. 2025.



Figura 9- Relógio de pêndulo livre (Shortt-Synchronome free pendulum clock), apesar de muito preciso em terra, não seria útil a bordo de um navio. Fonte: WIKIPEDIA. Shortt-Synchronome clock. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Shortt%E2%80%93Synchronome_clock. Acesso em: 05 ago. 2025.

Sabe-se, porém, que momentos críticos da história, normalmente, impõem a tomada de grandes decisões que impulsionam atitudes persistentes na busca de novas soluções para os problemas complexos que se apresentam. Exemplo disto foi o fatídico naufrágio ocorrido em 22 de outubro de 1707, quando a esquadra inglesa, sob o comando de Sir Cloudesley Shovell (1650-1707), sofreu uma grande perda nas ilhas Scilly, resultando na morte de mais de 2.000 marinheiros. Em decorrência desse desastre, a Rainha Ana, por meio do Parlamento e do Almirantado Inglês, aprovou em 1714 o *Longitude Act*, que instituiu um concurso para premiar aquele que desenvolvesse um cronômetro



Figura 10- Cronômetro Marítimo H4 de John Harrison, vencedor do Concurso da Longitude. Fonte: SJX WATCHES. In-Depth: The Microscopic Magic of H4, Harrison's First Sea Watch. Disponível em: <https://watchesbysjx.com/2019/09/john-harrison-marine-chronometer-h4-diamond-pallets.html>.

marítimo capaz de determinar a longitude com um erro máximo de dois minutos de arco, oferecendo uma recompensa de £ 20 mil (aproximadamente £ 3,3 milhões em valores atualizados) para o vencedor.

Após décadas de pesquisa e aprimoramentos técnicos, John Harrison (1693–1776), relojoeiro autodidata de Yorkshire, construiu, em 1759, o cronômetro H4, modelo considerado suficientemente preciso, com deriva média inferior a um segundo por dia, durante a viagem de teste até a Jamaica, em 1761.

Esse instrumento revolucionou a navegação marítima, proporcionando confiabilidade e precisão inéditas para o posicionamento em alto-mar. Graças a essa tecnologia, comandantes renomados como o Almirante Horatio Nelson (1758 - 1805), da Marinha Real Britânica, e, posteriormente, o Almirante Joaquim Marques Lisboa (1807 - 1897), o Marquês de Tamandaré, patrono da Marinha do Brasil, puderam usufruir de soluções mais seguras para suas campanhas navais, reduzindo drasticamente o risco de encalhes e naufrágios. Tornou-se tão relevante a então nova tecnologia no cotidiano naval, que o jovem Joaquim Marques Lisboa, por ocasião de sua missão voluntária a bordo da Fragata *Nictheroy*⁹ em 1823, teve mencionado o fato de que foram-lhe confiados os cronômetros marítimos do navio, como relatou seu Comandante, o Capitão de Mar e Guerra John Taylor, em ofício elogioso ao Ministro da Marinha da época, em favor de sua promoção ao posto de segundo-tenente (BOITEUX, 1937).

⁹A fragata *Nictheroy* integrou a esquadra brasileira de 1823, sob o comando do Capitão-de-Fragata John Taylor, desempenhando papel crucial nas ações navais da Guerra de Independência do Brasil. A embarcação participou do bloqueio e das perseguições à esquadra portuguesa, garantindo a soberania marítima do novo Império. Nessa missão histórica, embarcou o jovem Joaquim Marques Lisboa — futuro Almirante Tamandaré, Patrono da Marinha do Brasil —, que deu seus primeiros passos na carreira naval, contribuindo diretamente para o sucesso das operações navais.

BRASIL. Marinha do Brasil. Viagem da Fragata Niterói em 1823 (Independência do Brasil). Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dphdm/viagem-da-fragata-niteroi-em-1823>. Acesso em: 3 ago. 2025;

ALMEIDA, Francisco Eduardo Alves de. Independência do Brasil: aspectos militares. Revista do Clube Naval, Rio de Janeiro, n. 403, p. 29, 2022.



Dada a importância deste avanço tecnológico conquistado para a navegação marítima, surgiram dispositivos em terra para acertos diários para fazer valer a precisão alcançada por estes novos medidores do tempo no mar. Exemplos notáveis desta infraestrutura em terra são a “Time Ball”¹⁰, em Greenwich, no Reino Unido e a instalação de dispositivo para emissão de sinal luminoso ao meio-dia no alto da torre da Ilha Fiscal no Rio de Janeiro como “Serviço da Hora para o mar”¹¹.



Figura 11- Time Ball de Greenwich, dispositivo visual para acerto de relógios. Fonte: OAKLEY, Malcolm. Greenwich – A Place of Time and Space. Easy Malc, 2021. Disponível em: <https://www.easymalc.co.uk/greenwich-a-place-of-time-and-space/>. Acesso em: 05 ago. 2025.



Figura 12- Ilha Fiscal, em cuja torre operava o “Serviço da Hora para o Mar”, que disparava sinal visual ao meio-dia mediante a deflagração de carga de magnésio para indicar a Hora Legal aos navios nas proximidades do Porto do Rio de Janeiro. Fonte: GUIA VIAJAR MELHOR. Um castelo no Rio de Janeiro: conheça a história da Ilha Fiscal. 15 nov. 2022. Disponível em: <https://guiaviajarmelhor.com.br/um-castelo-no-rio-de-janeiro-conheca-a-historia-da-ilha-fiscal/>. Acesso em: 05 ago. 2025.



Figura 13- Cronômetro Marítimo Ulysse Nardin de quartzo, utilizado atualmente no Navio Hidroceanográfico Faroleiro “Almirante Graça Aranha”. Fonte: Acervo fotográfico pessoal do autor.

¹⁰A *Time Ball* [esfera do tempo] é um dispositivo histórico utilizado para sinalizar a hora exata aos navegantes, especialmente no século XIX. Foi instalada em 1833 e localiza-se no Observatório Real de Greenwich, no Reino Unido. Ela caía diariamente às 13h, no horário de Greenwich, servindo como referência visual para o ajuste dos cronômetros marítimos, essenciais à determinação da longitude no mar. Este tipo de procedimento visual de “acerto de relógios” tornou-se fundamental para a navegação precisa no período anterior à transmissão da hora via rádio e ao GNSS.

ROYAL MUSEUMS GREENWICH. *What is the Greenwich Time Ball and how does it work?* Disponível em: <https://www.rmg.co.uk/stories/time/greenwich-time-ball-one-time-all>. Acesso em: 3 ago. 2025.

¹¹O “Serviço da Hora para o Mar” funcionava na Ilha Fiscal que, localizada na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro), abrigou as instalações da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Conforme registros históricos, um pêndulo de precisão mantinha a hora legal do Rio de Janeiro, e, a partir dele, um comando eletromagnético era transmitido para inflamar uma **carga de magnésio no alto da torre da Ilha Fiscal às 12h, horário local**. Esse sinal visual diário servia para o ajuste dos cronômetros marítimos a bordo dos navios atracados ou fundeados nas proximidades do porto do Rio de Janeiro, oferecendo uma referência confiável e sincronizada com os padrões da época para uma navegação segura MARINHA DO BRASIL. *Livro do Centenário da Diretoria de Hidrografia e Navegação: 1876–1976*. Rio de Janeiro: DHN, 1976. p. 91.



Figura 14- Cronômetro marítimo John Pool mecânico de corda, utilizado na Marinha do Brasil no século XX. Fonte: Elaborado pelo autor com base no acervo fotográfico pessoal do Diretor de Hidrografia e Navegação.

2.2. CENÁRIO ATUAL

Este tipo de avanço impulsionado por amargas experiências, como o naufrágio das Ilhas Scilly, deve inspirar a humanidade a superar os atuais desafios e valorizar os conhecimentos básicos e em profundidade técnica suficiente para que sejamos capazes de recorrer aos princípios fundamentais das ciência e arte empregados pelos nautas que alcançaram o porto almejado ao longo da história. A clássica poesia que diz “Navegar é preciso...” (Pessoa, XIX) carrega a verdade sobre a navegação em duas facetas: aventurar-se no mar é necessário e requer acurácia para fazê-lo com eficiência em cada situação que se apresentar.

Em um estudo sobre liderança no contexto de grandes naufrágios recentes com significativas perdas materiais e humanas, chegou-se à conclusão de que, dentre os principais problemas identificados foi o “pouco conhecimento verdadeiro” (CORDEIRO, 2025)¹² em que se observou, como traço comum aos acidentes, a falta de conhecimento profundo como um dos responsáveis pelo mau gerenciamento de passagem e consciência situacional inadequada na conduta dos envolvidos. Esta falta de profundidade técnica se traduz em lacunas de entendimento de princípios básicos, como, por exemplo, a importância do cronômetro marítimo aferido e seus desdobramentos na navegação astronômica em uma eventual falha dos sistemas mais complexos, como o GNSS, disponíveis em escala global, tais como o famoso GPS.



Figura 15- Fragata da Marinha Norueguesa KNM Helge Ingstad (Entre as causas do Naufrágio foram apurados erros básicos de gerenciamento de passagem e consciência situacional). Fonte: NAVAL.COM.BR. Fragata norueguesa quase totalmente submersa após colisão. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/13/fragata-norueguesa-quase-totalmente-submersa-apos-colisao/>.

¹²Expressão utilizada pelo Capitão de Fragata VINÍCIUS MATHEUS DE OLIVEIRA CORDEIRO, Instrutor de Liderança da Escola Naval Brasileira (primeira e mais antiga Instituição de nível superior em atividade no País), durante palestra proferida em 15 de abril de 2025, por ocasião do Colóquio de Liderança organizado pelo Centro de Instrução Almirante Alexandrino, a bordo da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo.



Momentos emblemáticos, como o ataque às torres gêmeas no dia 11 de Setembro de 2001, mostraram ao mundo e, especialmente, aos que conduzem atividades ligadas à navegação, que os sistemas GNSS podem ser manipulados a depender das circunstâncias, deixando aqueles que, deles têm excessiva dependência, à mercê de riscos inaceitáveis à segurança do pessoal e material. Há, ainda, episódios recentes no conflito entre Rússia e Ucrânia em que se observam interferências claras e documentadas no sinal GNSS nas regiões de combate ou no Teatro de Operações. Ademais, observamos nos últimos anos demonstrações de capacidade de destruição de satélites em órbita, dentre outras fragilidades dos sistemas de posicionamento GNSS.

Neste contexto, chama atenção o movimento da US Navy, a Marinha dos Estados Unidos da América (EUA): segundo o relato do Capitão de Fragata (RM1) Jacques de Oliveira Rocha Lima¹³, Instrutor da disciplina Navegação Astronômica da Escola Naval Brasileira, por volta do ano de 2015, representantes da Academia Naval de Annapolis, principal instituição de ensino para formação de oficiais da *US Navy*, contactaram-no para obter subsídios para o retorno da navegação astronômica ao currículo da formação dos oficiais estadunidenses, tal como se ensina aos oficiais brasileiros, ininterruptamente, desde a fundação de nossa Escola Naval.

De fato, em 2015, após quase duas décadas sem ensino de navegação astronômica, a Academia Naval dos Estados Unidos reintroduziu a disciplina na formação de seus oficiais (KNIBBS, 2015). Aparentemente, a motivação para a essa decisão da *US Navy* conecta-se com a perspectiva de que certos incidentes e

ameaças evidenciaram a necessidade de que seus navios de guerra tenham máxima resiliência por meio da formação de tripulações que tenham condições, sempre que necessário, de recorrer às técnicas mais tradicionais de navegação.



Figura 16 – CF (RM1) Rocha Lima, Instrutor de navegação astronômica da Escola Naval em aula. Fonte: Acervo pessoal do CF(RM1) Rocha Lima.

3. CONCLUSÃO

Em um mundo conturbado com crescentes disputas geopolíticas e acostumado à complexidade tecnológica, observa-se um afastamento dos princípios básicos de funcionamento das tecnologias já consideradas imprescindíveis ao cotidiano da sociedade e, em especial, ao navegante. Em situação de emergência, independente

¹³Entrevista pessoal concedida ao autor, no Rio de Janeiro, em junho de 2025. Comunicação pessoal não publicada.

da causa, mostra-se imperativo, no âmbito da navegação, como atividade de caráter estratégico para o País, assegurar a capacidade de navegar independentemente dos avançados sistemas de navegação satelital (GNSS), o que requer certas medidas, consideradas arcaicas por alguns.

A prática da navegação astronômica, a existência da carta em papel e de cronômetros marítimos aferidos com precisão suficiente para uma navegação segura são muito mais que tradições marinheiras a serem mantidas a bordo de nossos navios. Essas são verdadeiras medidas de prudência que, em função da necessidade do domínio das técnicas básicas de navegação, são adotadas em benefício do adequado preparo e emprego do Poder Naval¹⁴, bem como dos demais aspectos da utilização sadia do Poder Marítimo¹⁵ em prol do desenvolvimento e salvaguarda dos interesses nacionais brasileiros em um cenário possível de falhas das tecnologias às quais o navegante contemporâneo se habituou.

As experiências recentes de graves acidentes bem documentados e investigados denunciam casos de superficialidade no conhecimento durante a operação de navios, não raro, apresentando resultados desastrosos e amargos prejuízos. Tais eventos seriam evitados na presença do bom senso e da consciência situacional amparada em uma formação que reconhece e exercita os princípios e técnicas que foram consolidados ao longo da história até que chegássemos às tecnologias avançadas de hoje.

Em condições normais, essas tecnologias facilitam o dia a dia dos navegantes, o que exige a sabedoria de encontrar o equilíbrio entre o benefício do uso dos avanços conquistados e a capacidade de vislumbrar suas vulnerabilidades, bem como responder adequadamente diante do inesperado. Isto é possível a partir do conhecimento básico bem consolidado, fruto da experiência, erros e acertos, de muitas gerações de nautas devotadas ao êxito das navegações, ao longo da história, desde que a humanidade se fez ao mar.

4. REFERÊNCIAS

ALAMY. GPS satellite in Earth orbit. Disponível em: <https://www.alamy.com/stock-photo-gps-satellite-in-earth-orbit-57366170.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ALMEIDA, João Ferreira de. Bíblia. Antigo e Novo Testamento: Sagrada Escritura. Tradução Revista e Corrigida. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1995.

BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). The International System of Units (SI). 9. ed. Sèvres: BIPM, 2019. Disponível em: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

¹⁴O Poder Naval é a parcela do Poder Militar que se manifesta no mar, composta pelos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, com capacidade de pronta resposta, mobilidade, permanência e versatilidade, sendo empregado na defesa dos interesses marítimos e fluviais do País.

BRASIL. Marinha do Brasil. Doutrina Básica da Marinha do Brasil – DBM-301. 3. ed. Brasília: Marinha do Brasil, 2020.

¹⁵O Poder Marítimo é a capacidade do Estado de utilizar o mar, os rios e as hidrovias interiores para atingir os objetivos nacionais. Envolve todos os meios que concorrem para esse fim, abrangendo os setores político, econômico, científico, tecnológico e militar relacionados ao mar.

BRASIL. Marinha do Brasil. Doutrina Básica da Marinha do Brasil – DBM-301. 3. ed. Brasília: Marinha do Brasil, 2020.



BOITEUX, Henrique. O Marquês de Tamandaré: um indígena brasileiro. Rio de Janeiro: Zélio Valverde, 1943.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Lista de Auxílios-Rádio 2025–2029. 15. ed. Niterói: Centro de Hidrografia da Marinha, 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Viagem da Fragata Niterói em 1823 (Independência do Brasil). Centro de Comunicação Social da Marinha. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dphdm/viagem-da-fragata-niteroi-em-1823>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BRITANNICA. Horatio Nelson, British Admiral. *Encyclopaedia Britannica*, 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Horatio-Nelson>. Acesso em: 18 jun. 2025.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES (BIPM). Member State: Brazil. Disponível em: <https://www.bipm.org/en/countries/br>. Acesso em: 15 ago. 2025.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT). Disponível em: <https://www.nist.gov/pml/time-and-frequency-division/time-distribution/two-way-satellite-time-and-frequency-transfer>. Acesso em: 13 ago. 2025.

CIÊNCIA VIVA. Nocturlábio. Disponível em: https://www.cienciaviva.pt/equinocio/onde_estas/nocturlabio.asp. Acesso em: 3 jun. 2025.

EINSTEIN, Albert. Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. *Annalen der Physik*, v. 17, p. 891–921, 1905. Tradução da Sociedade Brasileira de Física, 2005.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Universal Time. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Universal-Time>. Acesso em: 14 ago. 2025.

FREEPIK. Solar wind protection solar storm shield earth magnetic field. [S.l.], 2025. Disponível em: https://www.freepik.com/free-vector/solar-wind-protection-solar-storm-shield-earth-magnetic-field_229548-3469.htm. Acesso em: 5 ago. 2025.

HAFELE, Joseph C.; KEATING, Richard E. Around-the-World Atomic Clocks: Observed Relativistic Time Gains. *Science*, v. 177, n. 4044, p. 168–170, 1972. DOI: 10.1126/science.177.4044.168.

HEATH, Thomas L. *A Manual of Greek Mathematics*. New York: Dover Publications, 2003.

IERS. Earth Rotation Data. International Earth Rotation and Reference Systems Service, 2025. Disponível em: <https://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>. Acesso em: 5 ago. 2025.

INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE (IERS). IERS Conventions Centre. Disponível em: <https://iers-conventions.obspm.fr/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE (IERS). The Leap Second. Disponível em: <https://hpiers.obspm.fr/eop-pc/earthor/utc/leapsecond.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE (IERS). IERS Bulletins. Disponível em: <https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/Bulletins/bulletins.html>. Acesso em: 15 ago. 2025.

JUNQUEIRA, Selma. Time Transfer Using GNSS. Brasília: ONRJ/DSHO, ICG Experts Meeting, 2015. Disponível em: <https://www.unoosa.org/pdf/icg/2015/presentations/53.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

KLARREICH, Erica. Solar Maximum: What to expect from the sun's peak and how it may affect Earth. *Nature*, Londres, 10 out. 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-023-03170-1>. Acesso em: 5 ago. 2025.

KNIBBS, Kate. The Navy Is Teaching Celestial Navigation Again as a Backup Plan Against Hackers. *Gizmodo*, 13 out. 2015. Disponível em: <https://gizmodo.com/the-navy-is-teaching-celestial-navigation-again-as-a-ba-1736311892>. Acesso em: 11 jun. 2025.

MARINHA DO BRASIL. Marquês de Tamandaré – Patrono da Marinha do Brasil. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/patrono>. Acesso em: 18 jun. 2025.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). Leap seconds — List of leap seconds and UT1–UTC difference. Disponível em: <https://www.nist.gov/pml/time-and-frequency-division/time-realization/leap-seconds>. Acesso em: 14 ago. 2025.

NAVAL.COM.BR. Fragata norueguesa quase totalmente submersa após colisão. 13 nov. 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/13/fragata-norueguesa-quase-totalmente-submersa-apos-colisao/>. Acesso em: 3 jun. 2025.

NEWTON, Isaac. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. 1. ed. Londres: Royal Society, 1687. Tradução nossa. (Definição I, p. 15).

OBSERVATÓRIO NACIONAL. Observatório Nacional expande rede de servidores de sincronização. Brasília: DISHO/ON, 27 jun. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/observatorio/pt-br/assuntos/noticias/hora-legal-brasileira-observatorio-nacional-expande-rede-servidores-sincronizacao>. Acesso em: 13 ago. 2025.

OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). Serviço de Carimbo de Tempo. Disponível em: <http://pcdsh01.on.br/ReTempHLB.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

ROYAL MUSEUMS GREENWICH. What is the Greenwich Time Ball and how does it work? Londres: Royal Museums Greenwich, [s.d.]. Disponível em: <https://www.rmg.co.uk/stories/time/greenwich-time-ball-one-time-all>. Acesso em: 3 ago. 2025.

TIME. The Earth Is Spinning Faster This Summer. *Time*, 2025. Disponível em: <https://time.com/7301379/earth-rotation-speeding-up-science/>. Acesso em: 1 ago. 2025.

VISÃO. Criado o relógio mais preciso do mundo: atrasa-se um segundo a cada 30 mil milhões de anos. *Visão*, Lisboa, 5 jul. 2024. Disponível em: <https://visao.pt/exameinformatica/noticias-ei/ciencia-ei/2024-07-05-criado-o-relogio-mais-preciso-do-mundo-atrasa-se-um-segundo-a-cada-30-mil-milhoes-de-anos/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

WIKIPEDIA. Precision Time Protocol. [S.l.], 2025. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Precision_Time_Protocol. Acesso em: 13 ago. 2025.



SISTEMA DE GEOINFORMAÇÃO AMBIENTAL MARINHO (SISGEOMAR)

Capitão de Mar e Guerra (RM1) Amaury Poyares Rocha¹

Capitão de Mar e Guerra (RM1) Edson Carlos Furtado Magno²

Capitão de Fragata (T) Vladimir Costa Maluf³

Capitão-Tenente (RM2-T) Fabiana Franco de Vasconcelos Dias de Sá⁴

Primeiro-Tenente (RM2-T) Laís Baroni Villet⁵

Primeiro-Tenente (RM2-T) Bruna Quintan Fortunato⁶

INTRODUÇÃO

Desde antes da sua denominação como Diretoria de Hidrografia e Navegação, a DHN vem lidando com as várias gamas de tipo de informação afetas às atividades relacionadas ao ambiente marinho. Profundidades, tenças, ondas, ventos, nevoeiros, precipitação, temperaturas, salinidade, embarcações, faróis, boias e balizas sempre estiveram presentes na história da Diretoria. Isto sempre a obrigou a lidar tanto com a infraestrutura necessária ao homem do mar quanto com a vanguarda do conhecimento necessária para garantir a segurança da navegação e das operações navais. Provavelmente por conta disto é que o termo “Hidrografia” para um Hidrógrafo da DHN é muito mais abrangente do que nos diz a literatura científica. Para nós, Hidrografia engloba todas as áreas afetas ao bom desempenho das atividades da DHN.

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Mestrado em Engenharia Oceânica (Concentração em Acústica Submarina) pela COPPE/UFRJ e Especialização em Geologia e Geofísica Marinha pelo LAGEMAR/UFF. Assessor de CT&I do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. Email: amaury@marinha.mil.br

²Oficial do Corpo da Armada. Hidrógrafo. Assessor na Superintendência Técnica da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN. Email edson.magno@marinha.mil.br

³Oficial do Quadro Técnico, Bacharel em Oceanografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) . Superintendente de Informações Ambientais do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. Email: vladimir@marinha.mil.br

⁴Oficial Temporário da Reserva de 2ª Classe da Marinha, Bacharel em Geologia, UFRJ. Mestrado em Geologia Regional e Econômica, com ênfase em Mapeamento Geológico, Geoquímica e Mineralogia, URFJ. Ex-Encarregada da Divisão de Dados Ambientais no Centro de Hidrografia da Marinha – CHM.

⁵Oficial Temporário da Reserva de 2ª Classe da Marinha, Engenheira Cartógrafa. Graduação em Geofísica pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). Encarregada da Seção de Controle de Dados do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. Email: lais.baroni@marinha.mil.br

⁶Oficial Temporário da Reserva de 2ª Classe da Marinha, Engenheira Cartógrafa. Graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Pós-Graduação em Geotecnia pela União Brasileira de Faculdades (UNIBF). Encarregada da Seção de Intercâmbio de Dados do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. Email: bruna.quintan@marinha.mil.br

Além da abrangência de escopo, a DHN também lida com a extensão da área de atuação. Em paralelo a inerente imensidão do mar, ela lida com informações que vão desde a estratosfera até o interior da Terra, pois as áreas de conhecimento sob a sua responsabilidade englobam Hidrografia, Meteorologia Marítima, Auxílios à Navegação, Oceanografia Operacional, Geodésia e Geofísica Marinha, Cartografia Náutica e Sensoriamento Remoto. A tudo isto associa-se o compromisso de setar sempre pronta a prestar apoio meteoceanográfico às operações navais em qualquer região de interesse, dentro e fora do Entorno Estratégico.

Em 2019 a DHN divulgou em BONO o estabelecimento do Sistema de Geoinformação Ambiental Marinho (SISGEOMAR). Leia-se sistema no sentido de sistematizar, ou seja, de organizar ou estruturar algo de maneira lógica, coerente e ordenada. Para realizar a sistematização as ciências e filosofias utilizam-se de diversos elementos ou informações que estão dispersas para estabelecer um conjunto estruturado, com uma visão geral e interconexão entre suas partes. Neste sentido, a integração de dados torna-se um desafio a ser transpassado para abranger a complexidade e pluralidade de dados, informações e produtos do ambiente marinho no âmbito da DHN.

CONCEITUAÇÃO DO SISGEOMAR

O SISGEOMAR é composto pelas informações propriamente ditas e também contém a infraestrutura necessária para a obtenção, armazenamento, processamento, qualificação e disponibilização de todo o tipo de informação ou produto pertinente às

atividades da DHN. Estão contidos no Sistema a rede de faróis e balizas sob responsabilidade da Marinha do Brasil, as plataformas de aquisição de dados (navios, boias, estações fixas, meios aéreos, satelitais, entre outros), os equipamentos de aquisição – ecobatímetros, Equipamento para Medição de Condutividade, Temperatura e Pressão (CTD), Estações Meteorológicas, Perfilador de Corrente Marinha (ADCP), Termossalinógrafo (TERMOSAL) e marégrafos - e o hardware/software utilizado na aquisição, processamento, armazenamento e disponibilização das informações.

As informações contidas no sistema englobam dados “brutos” (gerados durante a aquisição), dados “processados” (que já sofreram algum tipo de intervenção por parte do equipamento de aquisição/operador), dados qualificados ou não (Boletim de Informação Ambiental e Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), informações de característica “climatológica” (Carta Sinótica, Carta Náutica, Boletim Climatológico, Avisos-Radio, Cartas Temáticas de Fatores Físicos, Cartas de Correntes de Marés) e produtos de previsão numérica (Tábua de Marés, Sistema de Previsão de Corrente de Marés (SISCORAR) e Modelos Atmosférico, de Ondas e Oceanográfico).

O SISGEOMAR hoje compõe um braço do Sistema de Geoinformação de Defesa (SISGEODEF), cujas informações / dados intercambiáveis estão organizadas de acordo com os padrões estabelecidos na Infraestrutura de Dados Espaciais de Defesa (IDE-Defesa). A estrutura de informações/dados intercambiáveis do SISGEOMAR está por sua vez organizada de acordo com a Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM), que está vinculada à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).



Abaixo há uma esquematização do ecossistema do SISGEOMAR:

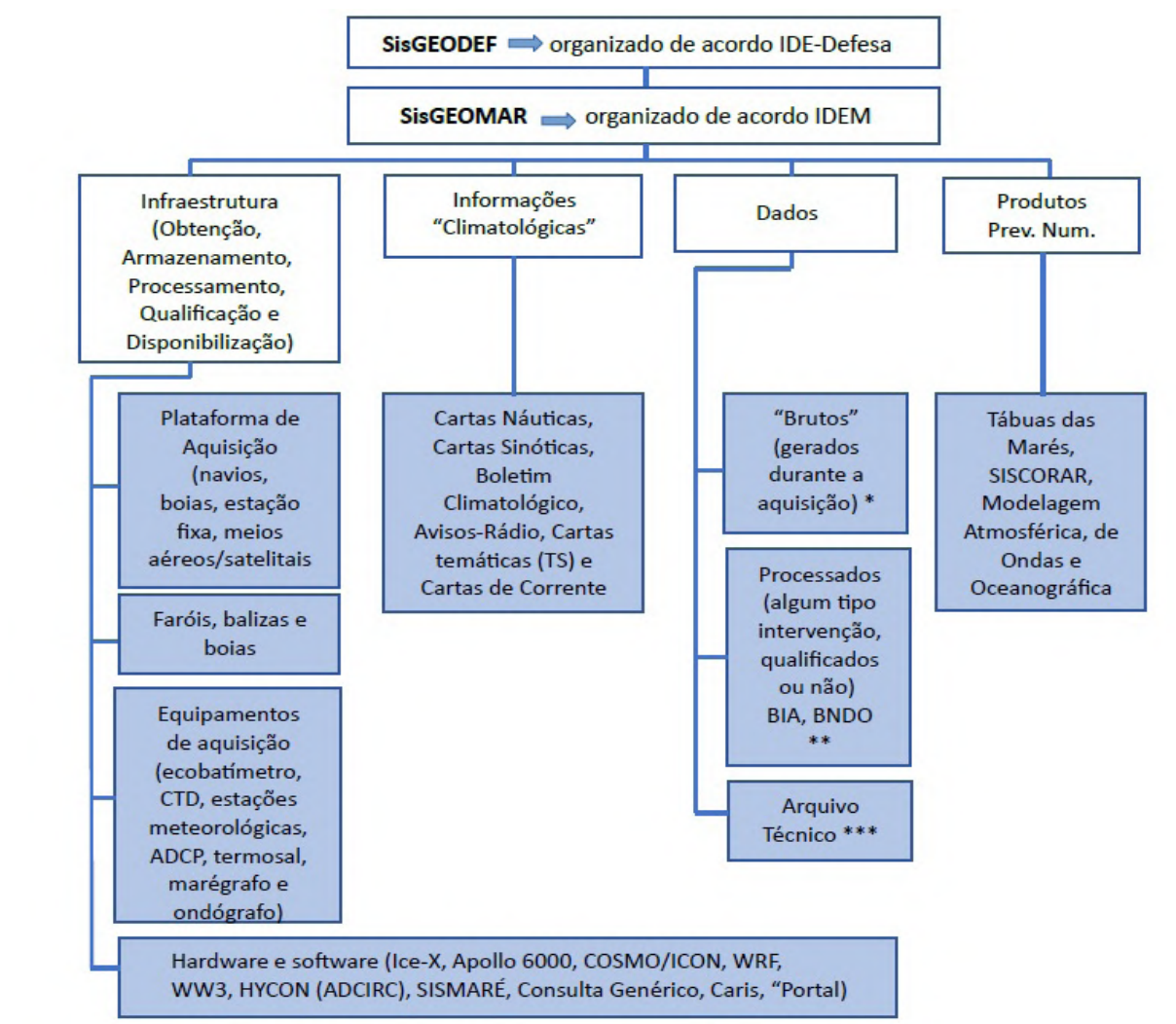


Figura 1 – Esquematização do ecossistema do SISGEOMAR.

* Exemplo de dados “brutos”: profundidade sem correção de maré ou de velocidade do som, vento relativo, dados binários (CTD, TERMOSAL, ADCP).

** Os dados que estão contidos na Fitoteca do CHM/DHN podem ser “brutos” ou processados (qualificados ou não). Estes dados também podem estar carregados em um dos Bancos de Dados Relacionais do CHM/DHN (ALPHA, DIGITASS, CARGO, SISMARE, BATHY). O BNDO está contido neste acervo.

*** O acervo do Arquivo Técnico é composto por mídias físicas (em papel). Parte destas mídias já se encontram digitalizadas (faltando porém um aplicativo para consulta, que deixou de existir por conta da descontinuidade do aplicativo ATOL). Nele encontram-se também os dados coletados antes dos equipamentos de aquisição automáticos (p.e., Garrafa de Nansen, observador meteorológico), constantes em planilhas em papel (p.e., modelo DHN6212

“OBSERVAÇÕES OCEANOGRÁFICAS”), grande parte deles já carregados numa das bases de dados relacionais do CHM (p.e., ALPHA). Os dados oceanográficos de domínio público deste acervo também fazem parte do BNDO.

A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS (IDEM-DHN)

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) é um conjunto de tecnologias, políticas, práticas e normas que visam facilitar o armazenamento, o acesso, a análise e a distribuição de dados geoespaciais. A IDEM-DHN nada mais é do que o conceito de IDE aplicado ao ambiente marinho e no contexto da DHN. Ela foi gerada em consonância com a iniciativa estratégica do governo federal para integrar dados geoespaciais de diferentes órgãos públicos, empresas privadas e instituições de pesquisa por meio da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

É importante destacar que dados geoespaciais são coletados de diversas fontes e armazenados em diferentes formatos e sistemas, o que pode criar barreiras à plena utilização dessas informações. A interoperabilidade fornece caminhos para a resolução para essa pluralidade, uma vez que refere-se a capacidade de diferentes sistemas, plataformas e fontes de dados geoespaciais se comunicarem, trocarem e utilizarem informações de forma eficaz, independentemente de suas tecnologias subjacentes ou formatos de dados.

Para garantir a interoperabilidade, a acessibilidade e a utilização eficiente desses dados, os padrões desempenham um papel fundamental em uma IDEM. Os padrões são essenciais para assegurar que os dados possam ser compartilhados e usados de forma consistente entre diferentes sistemas, organizações e usuários e algumas organizações dedicam-se a estabelecer padrões aplicáveis

a esses tipo de conceituação, como é o caso da ISO (International Organization for Standardization), OGC (Open Geospatial Consortium) e o W3C (World Wide Web Consortium).

Portanto, a IDEM aborda padrões de dados, metadados, de interoperabilidade e também de qualidade e validação, que asseguram a escalabilidade e confiança do sistema, além de promover o uso eficaz de dados geoespaciais em diversas áreas, desde o planejamento espacial marinho até a reusabilidade dos recursos para fins operativos.

PROPÓSITO DO SISGEOMAR

A criação do SISGEOMAR por parte da DHN objetiva permitir uma visualização sistêmica da estrutura/infraestrutura hoje existente vinculada às atividades da Diretoria e das organizações militares direta e indiretamente subordinadas, ou tecnicamente vinculadas, permitindo tanto à DHN quanto aos demais integrantes do SISGEOMAR terem facilitada a percepção da vinculação entre as suas organizações tanto em termos de produção quanto de busca de informações/dados.

GLOSSÁRIO

- SisGEODEF : Sistema de Geoinformação de Defesa
- IDE-Defesa: Infraestrutura de Dados Espaciais de Defesa
- SisGEOMAR: Sistema de Geoinformação Ambiental Marinho
- IDEM : Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos
- eco: ecobatímetro
- CTD: perfilador de temperatura, condutividade e pressão
- Termosal: amostrador de temperatura e salinidade à superfície



- Ice-X: servidor de cálculo de alto desempenho (fabricante SGI – HPE)
- Apollo6000: servidor de cálculo de alto desempenho (fabricante HPE)
- COSMO/ICON: modelo(software) de previsão atmosférica do DWD (Serviço Meteorológico Alemão)
- WRF: modelo (software) de modelagem atmosférica
- WW3: modelo (software) de previsão de onda
- HYCON: modelo (software) de previsão oceanográfica
- ADCIRC: modelo (software) de previsão oceanográfica (desenvolvido no escopo do REMO)
- REMO: Rede de Modelagem Oceanográfica (conjunto de projetos executados com recursos PETROBRAS/ANP)
- SISMARE: sistema no qual está contido um programa de previsão de maré astronômica (“programa do Almirante FRANCO”)
- Consulta Genérico: aplicativo de consulta de dados do BNDO
- BNDO: Banco Nacional de Dados Oceanográficos
- CARIS: softwares que gerenciam o BATHY, o HPD e a aquisição dos dados de multifeixe nos navios
- BIA: Boletim de Informações Ambientais (normalmente demanda do Tribunal Marítimo)
- SISCORAR: Sistema de Previsão de Correntes de Maré em Águas Rasas

REFERÊNCIAS

BONO ESPECIAL nº 1090 de 17 de dezembro de 2019;

Plano de Implementação da INDE (2010).





DO CATARINA AO BIGUÁ: 22 ANOS DE MONITORAMENTO DE CICLONES NA METAREA V

Capitão de Fragata (T) Gisele dos Santos Alves¹

Capitão-Tenente (T) Diego Pedroso²

Primeiro-Tenente (T) Fellipe Romão Sousa Correia³

HISTÓRICO

A partir da década de 1980, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabeleceu novas diretrizes para as ciências atmosféricas. O relatório final do Conselho Executivo do 8º Congresso Meteorológico Mundial (Cg-8) da OMM, realizado entre os dias 30 de abril e 25 de maio de 1979, em Genebra, Suíça, dispôs sobre o aprimoramento do escopo da prevenção de desastres naturais e da busca por conhecimento científico (WMO-547). Uma das principais ações decorrentes desse relatório foi a ampliação do até então denominado Tropical Cyclone Project elevando seu status para um programa central da OMM, que passou a ser chamado de Tropical Cyclone Programme (TCP). Tal relevância foi dada após a ocorrência do Ciclone Tropical Bhola, em Bangladesh, no ano de 1970, que causou grande devastação e a morte de aproximadamente 500 mil pessoas.

O objetivo principal do TCP, formalizado em seu Plano de Ação de 1980, é “estabelecer sistemas coordenados nacional e regionalmente para garantir que a perda de vidas e os danos causados por ciclones tropicais sejam reduzidos ao mínimo” (WMO-1270). Diversas mudanças na organização interna do Programa ocorreram

¹ Oficial do Quadro Técnico graduada em Meteorologia (UFRJ), Superintendente de Meteorologia e Oceanografia do Centro de Hidrografia da Marinha - CHM. E-mail: gisele.alves@marinha.mil.br

² Oficial do Quadro Técnico graduado em Meteorologia (UFSM), Mestre em Meteorologia (UFSM) Encarregado da Divisão de Previsões Meteoceanográficas do Centro de Hidrografia da Marinha - CHM. Email: diego.pedroso@marinha.mil.br

³ Oficial do Quadro Técnico graduado em Meteorologia (UFRJ), Mestre em Meteorologia (UFRJ) Encarregado da Seção de Previsão do Centro de Hidrografia da Marinha. E-mail: romao@marinha.mil.br



nos últimos 45 anos. Desde 2020, o TCP está atrelado ao Departamento de Serviços da OMM, porém a missão e os objetivos do programa permanecem os mesmos. Existem duas componentes do TCP, sendo uma geral, que abrange metodologias como: transferência de tecnologia, informação e conhecimento científico para os membros e requisitos mais amplos de treinamento do programa; e uma componente regional, que trata do planejamento e execução dos planos operacionais que cada órgão nacional elabora, definindo as responsabilidades nos serviços de alerta e disseminação com base nos recursos disponíveis (WMO-1194). Esses planos são atualizados regularmente.

No Brasil, o monitoramento de ciclones ocorre de forma conjunta entre os centros oficiais de meteorologia, a saber: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). As análises são produzidas e divulgadas pelo Serviço Meteorológico Marinho (SMM) e compartilhadas com os outros Centros para disseminação, sob as diretrizes das Normas da Autoridade Marítima para as Atividades de Meteorologia Marítima (NORMAM-701/DHN), cuja 1ª edição foi publicada em 2011 e sua última revisão, em 2023.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Os ciclones tropicais são conhecidos por diferentes nomes dependendo do local onde ocorrem. Nas proximidades dos EUA, nas áreas do Atlântico Norte, Pacífico Norte e Caribe, por exemplo, são chamados de Furacões (Hurricanes). Já na costa Leste da Ásia são denominados de Tufões (Typhoons) e na Índia, Oriente Médio e na costa Leste da África são chamados de Ciclones (Cyclones).

O ciclones tropicais são definidos como centros de baixa pressão profundos que são acompanhados de um sistema frontal. Eles se formam sobre águas tropicais ou subtropicais, geralmente com temperatura da água do mar acima de 27°C, subdividindo-se em depressões tropicais, tempestades tropicais e furacões. As depressões tropicais são representadas por um sistema de nuvens com circulação bem definida, que se deslocam para oeste com ventos máximos sustentados entre 22 e 33 nós. As tempestades tropicais, por sua vez, possuem circulação fechada com bandas de nuvens organizadas em espiral e ventos entre 34 e 63 nós. Já os furacões são ciclones tropicais com ventos máximos sustentados iguais ou superiores a 64 nós, podendo ser classificados em categorias de 1 a 5 pela escala Saffir-Simpson, de acordo com sua intensidade.

Por outro lado, as depressões e tempestades subtropicais, apesar de também não apresentarem um sistema frontal definido, tem sua diferença dada pela temperatura do núcleo com relação ao ambiente no entorno do ciclone. Enquanto os ciclones tropicais apresentam núcleo quente tanto em baixos níveis (3 km de altitude) quanto em altos níveis (10 km de altitude), os ciclones subtropicais apresentam núcleo quente em baixos níveis e núcleo frio em altos níveis. Por este motivo, os ciclones subtropicais tem menos energia e são, frequentemente, menos intensos, com ventos em torno de 40 nós e deslocamento geralmente para leste.

UM FURACÃO NO BRASIL? O FENÔMENO “CATARINA”

O ciclone ganhou este nome por ter atingido o litoral do Estado de Santa Catarina. Até então não havia uma lista de nomes ou metodologia de monitoramento para

esse tipo de fenômeno. O Catarina tocou o solo (landfall) na madrugada de 27 para 28 de março de 2004, porém, sua formação teve início entre os dias 19 e 20 de março, por ocasião da passagem de uma frente fria intensa pelos estados das regiões Sul e Sudeste. A passagem dessa frente fria deixou em sua retaguarda áreas de instabilidade, causadas por perturbações em médios níveis da atmosfera (5 km de altitude). Essas instabilidades à retaguarda de frentes frias são comuns e tendem a continuar se deslocando para leste, no mesmo sentido da frente. Nesse caso, seu deslocamento passou a ser para oeste, causado por uma combinação de ondas atmosféricas de pequena escala (vorticidade relativa) e de grande escala (vorticidade planetária)[1]. Com o passar dos dias, o sistema, que iniciou como um “aglomerado de nuvens” deslocando-se em uma direção aparentemente oposta de sua trajetória normal, passou a apresentar as características de sistemas tropicais, como convecção mais profunda e bandas espiraladas de nuvens. Em 25 de março, houve a formação do olho, com ausência de nuvens em seu centro. A partir do dia 27, as primeiras bandas de nuvens foram observadas em cidades costeiras com o desenvolvimento de tempestades e ventos fortes em superfície. O centro do sistema atingiu a costa na madrugada de 28 de março com fortes rajadas de vento, mar agitado e chuvas intensas, causando diversos prejuízos econômicos. A partir da tarde do dia 28, o sistema perdeu suas características tropicais e entrou em estágio de dissipação.

Entende-se que, apesar da origem do sistema ter ocorrido por causa de áreas de instabilidade na retaguarda da frente fria, as condições que causaram o deslocamento para oeste e que contribuíram em seu

desenvolvimento são raras na região. Além disso, a maior fonte de energia térmica para os ciclones tropicais são as águas do mar aquecidas (acima de 27°C) e, durante o desenvolvimento do Catarina, a temperatura da superfície do mar estava entre 24 e 26°C.

LINHA DO TEMPO: O INÍCIO DO MONITORAMENTO DE CICLONES TROPICAIS E SUBTROPICAIS NO ATLÂNTICO SUL

Devido ao grande impacto socioeconômico causado pelo Catarina em 2004 e pela Tempestade Subtropical Arani, em 2010, houve uma iniciativa do SMM de elaborar um protocolo de ações e procedimentos sobre fenômenos tropicais severos no Atlântico Sul. Em 2010, representantes da Marinha do Brasil (MB), do INMET, da Força Aérea Brasileira (FAB) e do CPTEC/INPE discutiram uma maneira de padronizar as ações e os alertas para esses fenômenos especiais de forma conjunta e concordante com divulgação oficial para imprensa.

A adesão de um protocolo interinstitucional para uniformizar as informações para a população em geral foi o primeiro passo para a publicação da primeira versão das Normas da Autoridade Marítima para as Atividades de Meteorologia Marítima, denominada NORMAM-19/DHN. Instituída pela Portaria nº 164/DHN/MB, de 23 de novembro de 2011, a NORMAM-19/DHN formalizou, por meio de um documento de acesso extra-MB, aspectos importantes relacionados às atribuições do SMM e contou com a primeira lista de nomes de ciclones, em seu Anexo B. A lista, com um total de 15 nomes, continha uma sugestão de nomenclatura



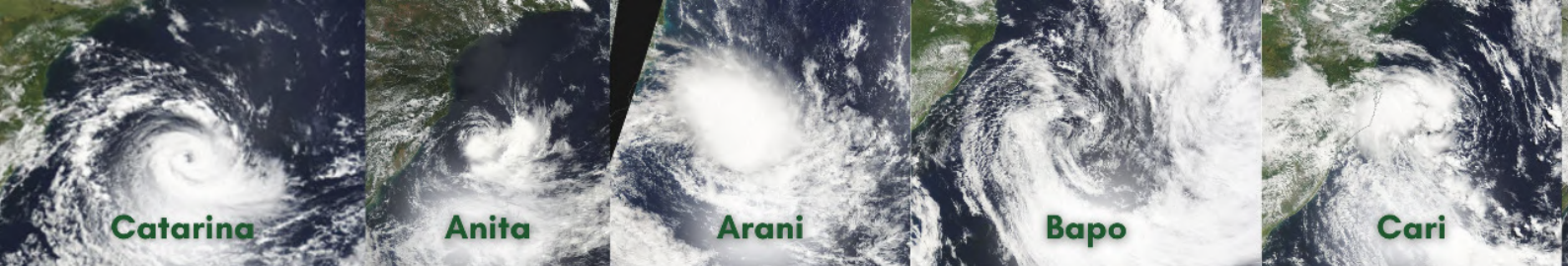
em Tupi-Guarani, na ordem alfabética, e foi adotada para nomear os sistemas tropicais e subtropicais significativos no Atlântico Sul, nos limites da METAREA V. A primeira revisão da NORMAM-19/DHN ocorreu em 2018, por meio da Portaria nº 163/DHN/MB, de 2 de outubro de 2018. Nessa revisão, a lista inicial com os 15 nomes de ciclones permaneceu inalterada. Na 2ª Revisão da NORMAM-19/DHN, publicada pela Portaria nº 15/DHN/MB, de 1º de fevereiro de 2023, a lista de ciclones foi expandida para um total de 32 novos nomes, também em Tupi-Guarani, com traduções que remetem à natureza. Alguns meses depois, em razão de uma padronização estabelecida pela Diretoria-Geral de Navegação (DGN), a NORMAM-19/DHN teve sua numeração alterada para NORMAM-701/DHN, por meio da Portaria nº 21/DHN/DGN/MB, de 21 de setembro de 2023, porém não houve mudanças em seu conteúdo.

Em 2023, durante os estudos dedicados para a revisão da NORMAM, foi colocada em prática a iniciativa de elaboração de relatórios pós-evento, tais como aqueles elaborados pelo National Hurricane Center (NHC), da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA),

que coletam informações importantes sobre dados observados, imagens de satélite, modelagem numérica e avisos emitidos desde a possível formação do ciclone, seu desenvolvimento e classificação, até a dissipação do sistema. Os relatórios foram feitos a partir do ciclone Arani (2011), uma vez que o Catarina foi amplamente discutido e estudado com diversos artigos publicados em revistas nacionais e internacionais. Os relatórios pós-evento são publicados e atualizados no site do CHM pelo link: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-monitoramento-de-ciclones>.

Com o avanço técnico-científico em áreas tais com sensoriamento remoto, modelagem numérica e técnicas de previsão mais acuradas, é possível identificar com maior antecedência o ciclo de vida de ciclones subtropicais e tropicais que, apesar de menos frequentes, também ocorrem no Atlântico Sul. Dessa forma, torna-se possível avisar com antecedência os navegantes e a população em geral sobre os riscos associados ao fenômeno, de forma coordenada com os principais centros de meteorologia do país, contribuindo com a segurança da navegação e com a salvaguarda da vida humana no mar.





Ciclones Subtropicais e Tropicais

Do "Catarina" ao "Biguá" - 22 anos de monitoramento

Tempestade Subtropical Anita
08 a 12MAR2010

Depressão Subtropical
20 a 21FEV2014

Depressão Subtropical
23 a 24JAN2015

Tempestade Subtropical Cari
10 a 12MAR2015

Tempestade Subtropical Eçaí
04 a 06DEZ2016

Tempestade Tropical Iba
23 a 27MAR2019

Furacão Catarina
24 a 28MAR2004

Tempestade Subtropical Arani
14 a 16MAR2011

Depressão Subtropical
27 a 28MAR2014

Tempestade Subtropical Bapo
05 a 08JAN2015

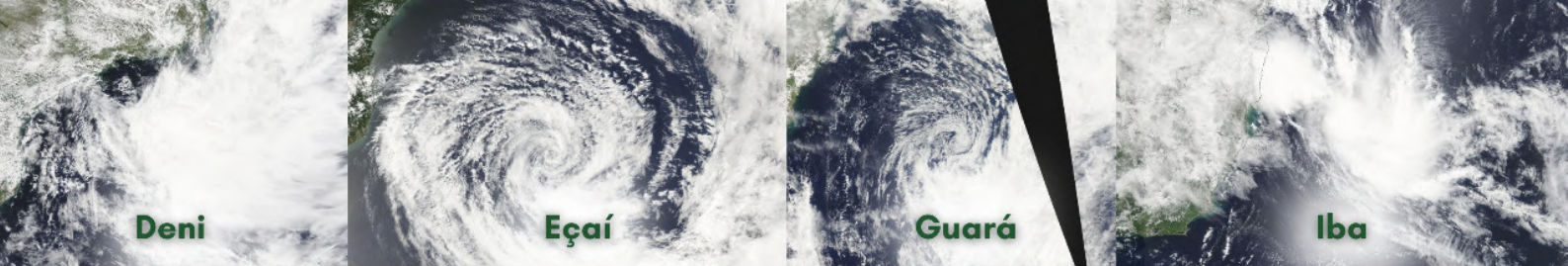
Tempestade Subtropical Deni
15 a 16NOV2016

Tempestade Subtropical Guará
09 a 10DEZ2017

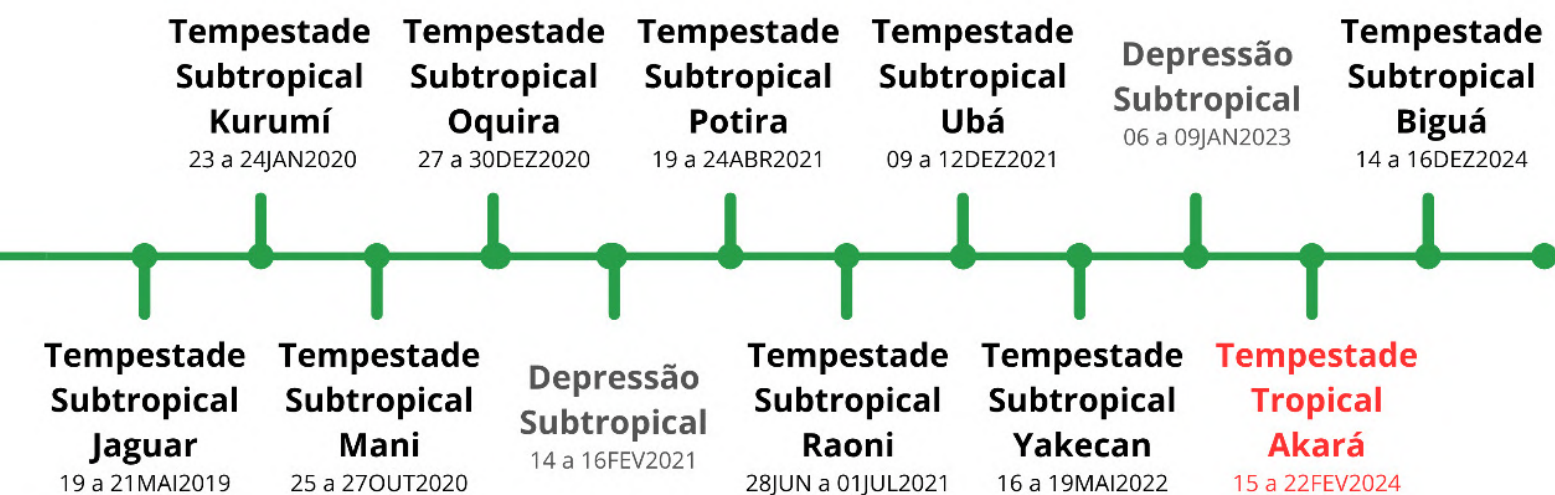
Classificação	Vento (nós)
Depressão	< 34
Tempestade	≥ 34 e < 64
Furacão	≥ 64

Fonte: NORMAM-701/DHN (2023)





O **Serviço Meteorológico Marinho**, operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha, realiza diariamente o **monitoramento dos fenômenos atmosféricos** que influenciam as condições do tempo e do mar, em sua região marítima de jurisdição, conhecida como **METAREA V**.



Recordes



8,5

Ondas metros

Tempestade Tropical Iba



85

Rajadas nós

Furacão Catarina



29

TSM

°C

Tempestade Tropical Iba



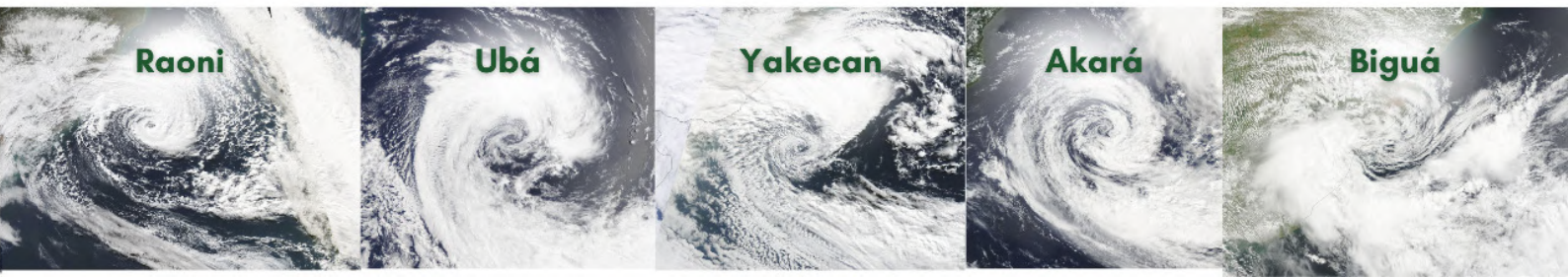
MARÇO

Mês de maior
ocorrência



SE

Deslocamento
preferencial



CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE ABRIL E MAIO DE 2024: A ATUAÇÃO DO SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO

Capitão-Tenente (T) Diego Pedroso¹

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO EVENTO

Entre os meses de abril e maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul foi severamente impactado por um evento hidrometeorológico extremo, caracterizado por chuvas prolongadas, intensas e generalizadas. A situação resultou em enchentes históricas, transbordamento de rios e comprometimento de áreas urbanas e rurais, exigindo ampla mobilização das Forças Armadas e da Defesa Civil.

As condições atmosféricas que contribuíram para a severidade e persistência do evento incluíram a atuação conjunta de diversos sistemas meteorológicos que favoreceram a formação de nuvens de tempestade, tais como:

- El Niño Oscilação Sul, cuja fase quente, em vigor na época, favoreceu anomalias positivas de precipitação no Sul do Brasil;
- Jato de Baixos Níveis, transportando umidade da Amazônia para a região Sul;
- Bloqueio atmosférico em níveis médios da troposfera, dificultando o deslocamento de frente frias para latitudes mais baixas e mantendo as chuvas na região;
- Passagem frequente de frentes frias, com registros nos dias 23/04, 28/04, 02/05 e 08/05;

¹Oficial do Quadro Técnico graduado em Meteorologia (UFSM), Mestre em Meteorologia (UFSM) Encarregado da Divisão de Previsões Meteoceanográficas do Centro de Hidrografia da Marinha - CHM. Email: diego.pedroso@marinha.mil.br



- Atuação de cavados atmosféricos ocasionando amplas áreas de instabilidade.

A Figura 1 mostra uma imagem de satélite do canal infravermelho no horário de 1330Z (10:30 horário local) do dia 01MAI2024, com realce de temperaturas do topo das nuvens. O realce permite identificar áreas com maior severidade e mau tempo. Nota-se a presença de bastante atividade convectiva em decorrência das nuvens de tempestade, especialmente sobre o estado do Rio Grande do Sul. Tal configuração atmosférica se estabeleceu em função da presença de um cavado (prolongamento de um sistema de baixa pressão) sobre a região.

Além disso, durante o mês de abril, os totais de precipitação chegaram

a três vezes o volume esperado para o período, com registros superiores a 600 mm em algumas localidades entre 08 de abril e 08 de maio. O excesso de chuvas resultou em encharcamento do solo, elevação do nível dos rios e aumento do risco de deslizamentos, alagamentos e outros danos associados.

A Figura 2 evidencia o acumulado de chuva em 6 horas, previsto pelo modelo ICONLAN para o intervalo entre 09h e 15h do dia 01MAI2024. O ICONLAM é o modelo numérico operacional de previsão do tempo do CHM, no qual é possível notar que apenas nesse dia, eram esperados mais de 100 mm de chuva acumulada em um intervalo de tempo de apenas 6 horas para a porção central do estado do Rio Grande do Sul.

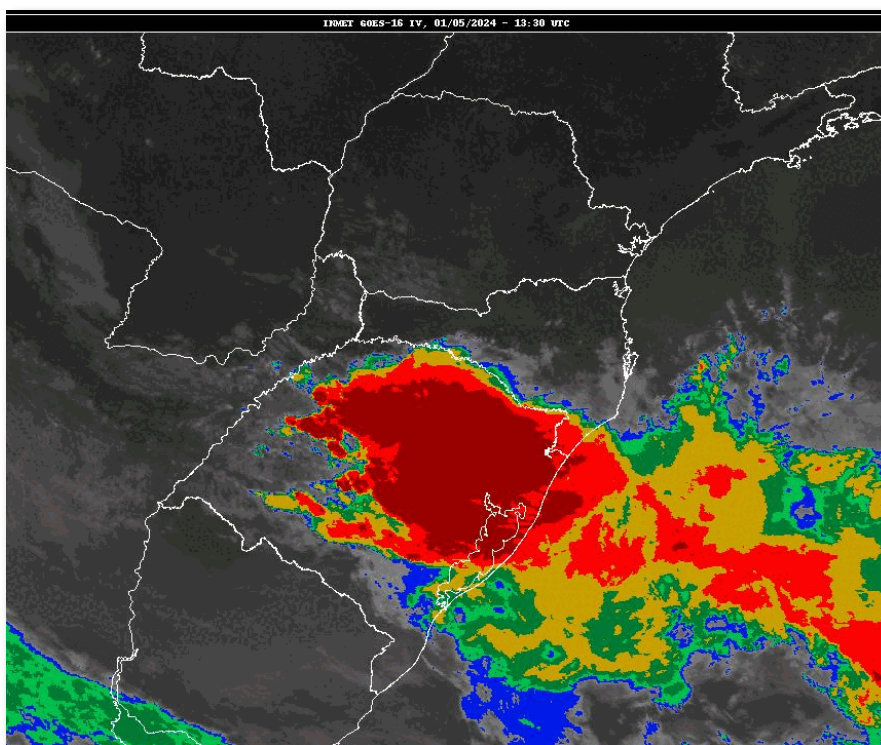


Figura 1- Imagem de satélite no canal infravermelho com realce da temperatura do topo da nuvem, evidenciando as nuvens de tempestade. Cores quentes indicam temperaturas mais frias e maior desenvolvimento vertical e severidade do sistema meteorológico. Fonte: INMET.

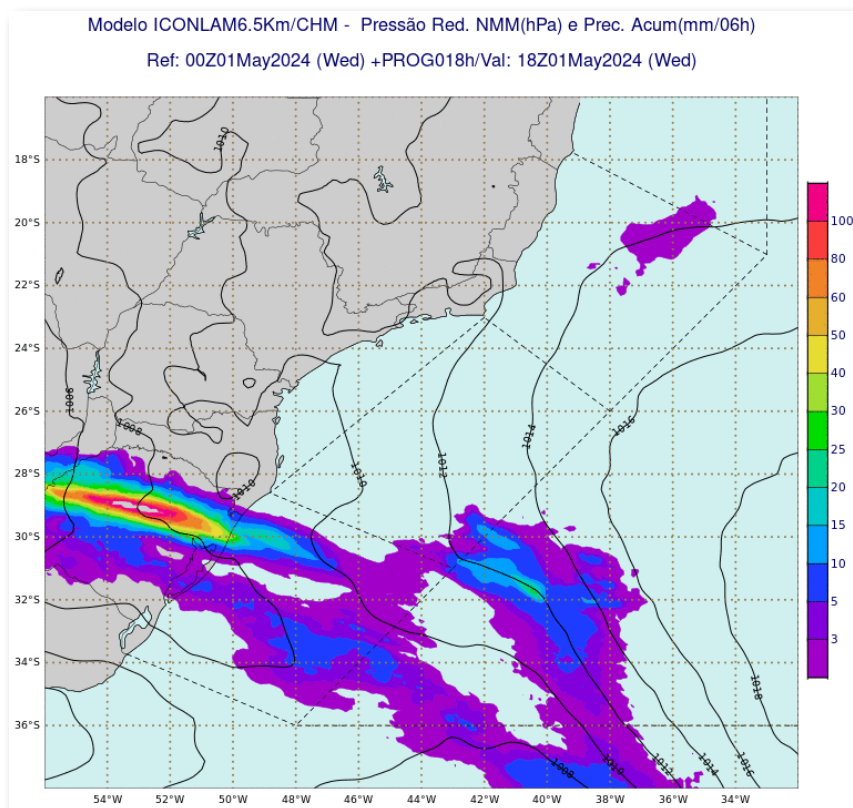


Figura 2- Prognóstico de acumulado de precipitação em 06 horas do modelo ICONLAM 6.5 km para o período entre a manhã e a tarde do dia 01MAI2024. Fonte: CHM.

2. ATUAÇÃO DO SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO (SMM)

Frente à emergência climática instalada no Rio Grande do Sul, o Serviço Meteorológico Marinho (SMM) desempenhou um papel fundamental no suporte às operações de resposta e mitigação de riscos, por meio da produção e disseminação de informações meteorológicas especializadas.

2.1 BOLETINS DE PREVISÃO METEOROLÓGICA ESPECIAL (BPME)

Entre os dias 03 de maio e 06 de junho de 2024, o SMM emitiu Boletins de Previsão Meteorológica Especial (BPME) de forma diária e ininterrupta, totalizando 34 dias de suporte contínuo.

Esses boletins foram elaborados com o objetivo de subsidiar diretamente o Comando do 5º Distrito Naval, unidades de terra, meios navais e demais organizações engajadas nas operações conjuntas de apoio à Defesa Civil.

As informações disponibilizadas nos BPMEs incluíam:

- Análise sinótica das condições atmosféricas;
- Tendências meteorológicas para os próximos dias;
- Alertas para ventos fortes, mar agitado e ressaca;
- Subsídios para o planejamento e segurança das ações logísticas e humanitárias em curso.



2.2 AVISOS DE MAU TEMPO E NOTAS À IMPRENSA

Outro destaque da atuação do SMM foi a emissão de 8 avisos de mau tempo, dentre eles vento forte a muito forte e ressaca para o litoral do RS, entre 25ABR e 15MAI. Esses informes indicavam a previsão de ventos fortes a muito fortes (com ventos até 40 nós) e ocorrência de ressaca, com ondas até 3,0 metros de altura, ao longo do litoral gaúcho. Cada um desses avisos foi acompanhado por

nota à imprensa, amplamente divulgada pelos canais institucionais e veículos de comunicação, com o objetivo de alertar a população costeira e setores marítimos sobre os riscos iminentes.

Essas ações se mostraram fundamentais para a tomada de decisão em tempo hábil por parte dos órgãos de resposta, contribuindo diretamente para a redução de danos, salvaguarda da vida humana e aumento da segurança das operações navais, terrestres e aéreas.

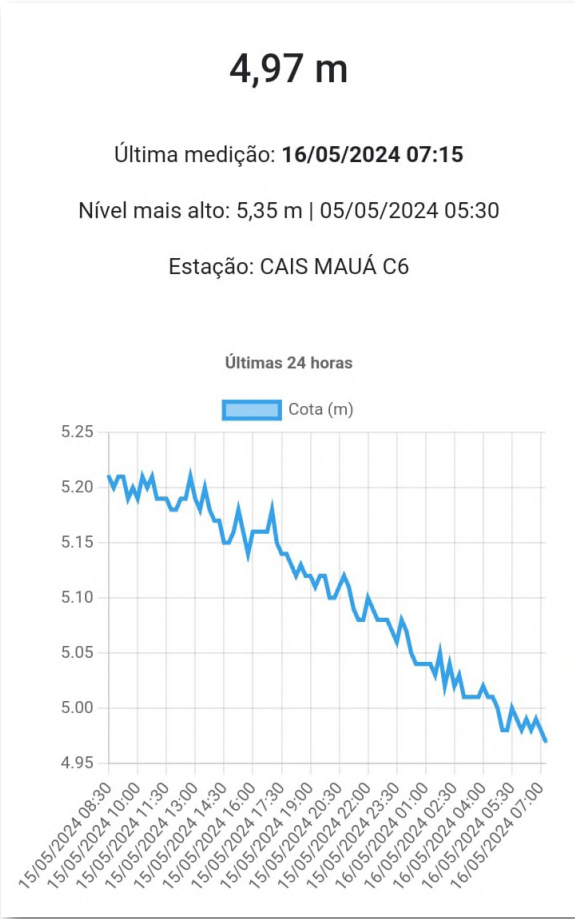


Figura 3- Nível do Rio Guaíba (Porto Alegre/RS)
Fonte: <https://nivelguaiba.com.br/>

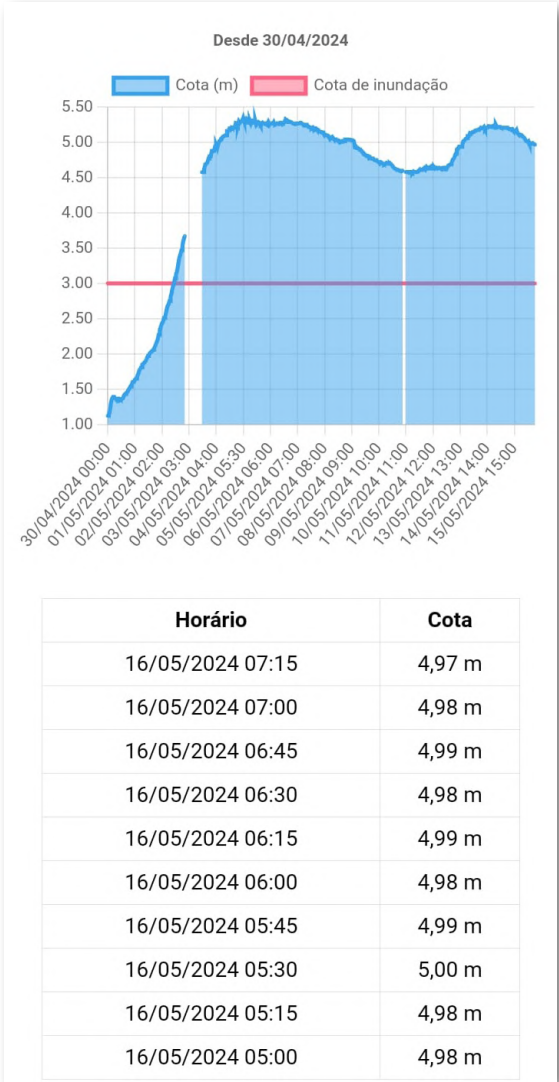


Figura 4- Gráfico do nível do Rio Guaíba (Porto Alegre/RS)
Fonte: <https://www.smirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>



LEVANTAMENTO HIDROCEANOGRÁFICO DE FIM DE CURSO (LHFC) 2024: UMA EPOPEIA HIDROGRÁFICA NO CANAL DE SÃO SEBASTIÃO

Primeiro-Tenente Sanrley Bentes Cordeiro¹

A sudeste da entrecortada costa brasileira, formou-se o canal de São Sebastião. Este canal separa suavemente a Ilha de São Sebastião, conhecida como Ilhabela, do continente onde se localiza o Porto de São Sebastião, que oferece suporte logístico e operacional para as atividades realizadas pelo Terminal Almirante Barroso (TEBAR). A conexão geográfica entre o Porto e o Terminal constitui um importante componente de um cluster marítimo focado em óleo e gás que contribui para impulsionar a nossa economia azul.

Uma visita rápida à história nos revela que, em 1502, Américo Vespúcio liderou uma expedição da Coroa portuguesa ao continente que viria a herdar seu nome e, em 20 de janeiro do mesmo ano, ele descobriu essa região e a batizou em homenagem a São Sebastião, o santo mártir. Ao longo dos séculos, a ilha e o canal serviram como abrigo para navegantes, corsários e comerciantes que buscavam a segurança de suas águas protegidas.

Com a chegada do século XX, o Brasil, em sua política desenvolvimentista, se voltou para o canal. A construção do Porto de São Sebastião no início dos anos 1930, e finalizada em 20 de janeiro de 1955, inaugurou uma nova era. Localizado em uma posição abrigada do litoral paulista, o Porto tornou-se importante para o escoamento de mercadorias e para a integração da economia nacional.

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Encarregado da Divisão de Convés do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira – NpqHoVitaldeOliveira. Email: sanrley.bentes@marinha.mil.br



Nas décadas seguintes, o crescimento do Brasil esbarrou na necessidade de infraestrutura para transporte e armazenamento de petróleo e gás. Desse modo, nasceu o TEBAR, em 11 de abril de 1969, como parte da política nacional para garantir autossuficiência energética. Situado na costa continental do canal, o TEBAR tornou-se o maior terminal petrolífero do país, garantindo o abastecimento de refinarias e dinamizando a logística de combustíveis.

Em sintonia com a relevância política e econômica do Estado de São Paulo, em novembro de 2024, o Levantamento Hidroceanoográfico de Fim de Curso (LHFC) foi realizado no canal de São Sebastião. O LHFC foi uma etapa indispensável na formação dos dez Oficiais-Alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO), sendo dois da Marinha Nacional de Camarões; dos 36 Sargentos-Alunos do Curso de Aperfeiçoamento em Hidrografia e Navegação (C-Ap-HN) e dos dezessete Sargentos-Alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Faroleiro (C-Ap-FR), incluindo um da Marinha do Equador.

A Organização Hidrográfica Internacional (OHI) estabelece elevados padrões para as certificações dos cursos de hidrografia nas categorias A e B, associadas respectivamente ao CAHO e ao C-Ap-HN. Ano após ano, a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) tem logrado êxito em alcançar tais requisitos, o que demonstra a excelência do Serviço Hidrográfico Brasileiro.

O LHFC é um verdadeiro rito de passagem que simboliza a transição dos bancos escolares para os trabalhos de campo. Além da desejável produção de dados de qualidade para auxiliar na elaboração ou na atualização de cartas e publicações náuticas, o propósito maior do LHFC é desenvolver nos alunos as competências necessárias para dar os primeiros passos nas lides hidroceanográficas. Ou seja, o LHFC desempenha um papel dual: ao mesmo tempo que cumpre uma exigência acadêmica, ele também se reveste da responsabilidade de manter o legado quase sesquicentenário da DHN de entregas para a sociedade brasileira; no caso, cartas náuticas confiáveis e publicações náuticas atualizadas.

A Comissão LHFC 2024 teve início em 4 de novembro, estendendo-se até 6 de dezembro. As atividades concentraram-se ao longo do canal de São Sebastião, com especial atenção às águas ao sul da Ilhabela, nas áreas continentais do município e na própria ilha. Essa região, cuja importância para o Brasil já foi descrita, distingue-se por características geológicas e meteoceanográficas que impuseram ao LHFC um caráter desafiador. O canal, com largura estreita, intensa influência local dos parâmetros meteorológicos, batimetria variada e fortes correntes, descortina um cenário que enriqueceu o aprendizado e exigiu superação, demandando engenho e criatividade dos alunos que buscaram endereçar soluções práticas para os problemas complexos e não rotineiros que se apresentaram.



Diretor da DHN no LHFC 2024. Oficialidade do NPqHoVitaldeOliveira e Oficiais-Alunos do CAHO 2024.

Para a realização da Comissão, foram mobilizados os seguintes meios: Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira), Navio Hidroceanográfico Faroleiro Almirante Graça Aranha (NHoFAlteGAranha), Aviso de Pesquisa Hidroceanográfico Aspirante Moura (AvPqHoAspMoura) e o Aviso Balizador Pollux (AvBPollux). Contou-se também com o indispensável apoio de diversas Organizações Militares (OM): do Grupamento de Navios Hidroceanográficos (GNHo), responsável pelos navios e lanchas hidrográficas; da Delegacia da Capitania do Portos em São Sebastião (DeSSebastiao), que ofereceu suporte logístico no mar e em terra; da Base de Hidrografia da Marinha em Niterói (BHMN), que disponibilizou viaturas para transporte de pessoal e material; do Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR), que contribuiu com o Aviso Balizador Pollux; do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), que forneceu Boletim Climatológico (BC) e Boletins de Previsão Meteorológica Especial (BPME) dentre outros produtos. Além

disso, destaca-se o Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino (CIAARA), que chefiou a comissão, sendo responsável pelo planejamento das atividades e pelo gerenciamento dos navios e militares envolvidos, com o objetivo de pôr em prática os ensinamentos obtidos pelos alunos e desenvolver as virtudes características dos hidrógrafos.

No decurso de trinta e três dias de intensas atividades, disciplinas como geodésia, maré, hidrografia, auxílios à navegação, topografia, meteorologia, sensoriamento remoto e cartografia foram exaustivamente praticadas, gerando a consolidação do conhecimento teórico e aquisição de dados acurados. O produto dessa tarefa complexa e multidisciplinar foi o Relatório Final do LHFC, que apresentou detalhadamente a parte histórica e estatística, as metodologias empregadas, os resultados alcançados, o material técnico empregado e as conclusões, além dos dados brutos e processados que são os elementos de construção e atualização das cartas náuticas.



Após a transmissão da mensagem “Iniciei trabalhos de campo BT”, a comitiva se concentrou na ocupação das estações maregráficas instaladas no Porto de São Sebastião e no Yacht Club de Ilhabela (YCI), durante a Comissão de Reconhecimento (RECON 2024), realizada em setembro. Além disso, procurou-se instalar mais uma estação maregráfica ao sul da ilha, o que não foi possível em razão das condições adversas de mar e vento. A alternativa encontrada foi a utilização, pela primeira vez, de um marégrafo de pressão que foi fundeado nas adjacências do Farol da Ponta da Sela e

operou durante três dias de maré de sizígia. Os dados deste marégrafo, ainda que de curta duração, contribuíram para avaliar que não era necessário aplicar um zoneamento de maré entre o Porto de São Sebastião e a área ao Sul da ilha.

O programa PACMARE, software idealizado pelo Almirante Franco, em 1988, foi empregado para desvendar os segredos das constantes harmônicas existentes no cíclico e previsível vai e vem das marés semidiurnas com desigualdade diurna, reinantes na região.



Posição das estações maregráficas instaladas para o LHFC 2024.



Faina de fixação da régua.



Faina de fixação da régua.

As fainas de meteorologia e geodésia ocorriam apressadas em terra enquanto os alunos esperavam com ansiedade o início da sondagem do canal de São Sebastião. No YCI, instalou-se uma estação meteorológica automática destinada a registrar dados de temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e precipitação, permitindo comparar as particularidades do tempo local com as previsões fornecidas pelo BPME. Percebeu-se que a estação, com sua vigilância constante, tornou-se uma aliada de primeira hora na antecipação de mudanças repentinas do tempo, já que operava em uma microescala que desvelava as nuances atmosféricas da região.



Rastreio estático com o rastreador Emlid Reach RS2.

Por outro lado, as equipes de geodésia, munidas de instrumentos que conjugam sofisticação e acurácia, dedicavam-se a rastrear pontos conspícuos, tanto no continente quanto na ilha. Os rastreadores Emlid Reach RS2 e NovAtel DL-V3 foram os protagonistas de dezenove rastreios, sendo treze deles classificados como estáticos, três como estáticos rápidos e outros três em categorias específicas.

Para definir a linha de costa na área de interesse, os alunos empregaram técnicas de rastreio cinemático e semicinemático, que, ao se combinarem com o sensoriamento remoto, teceram uma rede de dados georreferenciados. Pontos de controle previamente rastreados foram utilizados para ortorretificar imagens satelitais. Essas coordenadas de elevada precisão desempenharam funções cruciais: serviram como pontos de apoio para a rede geodésica, que sustentou poligonais e interseções a vante, e permitiram a atualização da linha de costa, dos limites do Porto de São Sebastião e do contorno do TEBAR.

A bordo do AvPqHoAspMoura, a tripulação e os alunos se fizeram ao Sul da Ilha de São Sebastião, onde as condições de mar exigiram prudência e boa marinharia. Empregando o ecobatímetro monofeixe EA440 e o sonar de varredura lateral Edgetech 4125i, alcançou-se um total de 56,75 km² de área sondada, dos quais 22 km² foram varridos com o sonar de varredura lateral. Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de montar e operar o ecobatímetro monofeixe e o sonar de varredura lateral, ganhando experiência prática na utilização de softwares e na aquisição de dados, durante as sondagens.



Operação do sonar de varredura lateral Edgetech 4125i a bordo do AvPqHoAspMoura.

O NPqHoVitaldeOliveira, com seu ecobatímetro multifeixe EM710, que fornece um produto com alta resolução e riqueza de detalhes do fundo marinho, uniu-se à empreitada para completar a sondagem da área definida no planejamento e complementar a formação dos alunos em levantamentos de ordem mais elevada, para regiões onde a folga abaixo da quilha é crítica.

Contribuindo com a aquisição da batimetria, o AvBPollux foi empregado na operação do moderno ecobatímetro multifeixe EM2040PHS. Este feito não foi apenas técnico, mas também histórico, pois os alunos tornaram-se os primeiros a comissionar e a operar esse equipamento na DHN, durante a semana hidrográfica 2024 e posteriormente no LHFC. A experiência incluiu a montagem física do sistema, a configuração de redes, a operação do software de aquisição e o planejamento de linhas e perfis de propagação do som

na água. A bordo do AvBPollux, os alunos sondaram a região adjacente ao YCI e conduziram uma rigorosa pesquisa de perigo nas proximidades do Porto de São Sebastião.

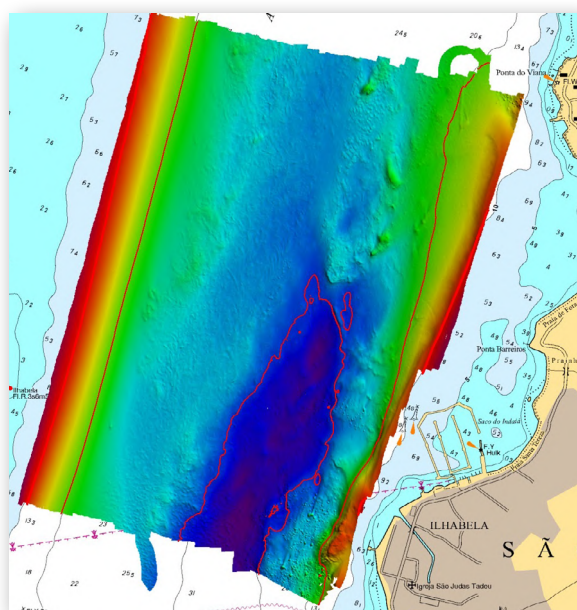


Imagem gerada com ecobatímetro multifeixe.

Os “farologistas”, como já dizia o Comandante Ney Dantas, visitaram 23 auxílios à navegação, dentre faróis e faroletes. Do farolete de São Sebastião ao farol de Alcatrazes, entre trilhas ocultas, matas cerradas, degraus desgastados pelo tempo e mares bravios; cada lanterna substituída, cada estrutura restaurada e cada símbolo da Marinha do Brasil reavivado ilustram o zelo dos guardiões da segurança da navegação, registro indelével e atemporal da confiança dos homens do mar na luz que nunca deve falhar.

Ao fim desta campanha hidroceanográfica, fica a certeza de que o LHFC 2024 não apenas cumpriu sua missão formativa, mas também evidenciou a capacidade natural da DHN de coordenar a atuação sinérgica de suas OM subordinadas em prol de um LHFC. Ao longo do canal de São Sebastião, a ciência ombreou com a arte chancelando a formação de mais uma turma de hidrógrafos e garantindo a segurança dos mares, segurança da navegação!



Manutenção de um auxílio à navegação.



A EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE NO NAVIO DA ARMADA ARGENTINA “ALMIRANTE IRIZAR” POR OCASIÃO DA CAMPANHA DE VERÃO ANTÁRTICA (CAV) 2023/2024

Capitão-Tenente Luis Felipe Garla Gomes¹

1. INTRODUÇÃO

“Belgrano II, aquí Irizar. Mucho gusto en volver a verte”. Com esta frase, no dia 16 de fevereiro de 2024, as ondas de VHF do Navio Quebra-gelo A.R.A “Almirante IRIZAR” uniam-se aos ventos catabáticos e rompiam o silêncio ensurdecedor da latitude 77°S, após meticulosa abicagem em gelo terrestre na *Bahía Vahsel*. Chegava assim ao clímax, com o abrigo meteorológico marcando -28°C, uma nova singradura no continente dos superlativos.



Figura 1- Rompehielos A.R.A “Almirante IRIZAR” abicado

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo, realizou as comissões OPERANTAR XL e XLI no NPo “Almirante Maximiano”, atual Comandante do Aviso Hidroceanográfico Fluvial “Rio Negro”, Email: garla@marinha.mil.br

Após duas OPERANTAR a bordo do NPo “Almirante Maximiano”, acreditei que o embarque no Quebra-gelo argentino “Almirante IRIZAR” pouco me surpreenderia quando o assunto era a beleza do continente gelado. Em termos operacionais, não tinha dúvidas de que um grande esforço seria requerido da minha parte para absorver ao máximo o conhecimento e a experiência acumulada de um país que, dada a localização geográfica e o contexto geopolítico, está permanentemente presente na Antártica desde 1904.

2. MAIS DO MESMO?

A minha primeira premissa se mostrou completamente errônea em poucos dias de comissão. “Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser”. O velejador e amante do mar Amyr Klink mais uma vez estava repleto de razão. Não por menos, a beleza estonteante e o misto de emoções atingiram atonitadamente não só a mim, como também os marinheiros mais experientes de uma tripulação de aproximadamente 300 militares, incluindo o próprio Comandante do navio, que já estava em sua décima sexta ida ao continente branco. A natureza mais uma vez nos surpreendera com seus recortes e traçados, ali magistralmente expressos por meio de geleiras, icebergs e montanhas.

Havíamos chegado na *Bahía Vahsel*, destino pretendido por Sir Ernest Shackleton e sua tripulação durante a Expedição Transantártica Imperial, em preâmbulo à história de sobrevivência mais incrível da era das explorações. Concebida para efetuar a primeira travessia terrestre do continente antártico, tendo como ponto

de partida a *Bahía Vahsel*, a Expedição Transantártica Imperial ou Expedição *Endurance* não chegou ao seu fim, já que o navio *Endurance* ficou preso no gelo do Mar de *Weddell* antes mesmo de chegar à baía. Tinha início neste encalhe a fantástica luta pela sobrevivência dos 28 tripulantes do navio, luta que só terminou 22 meses depois, com o regresso em segurança de todos os marinheiros para a sua terra natal.

Durante 09 dias ininterruptos, um sinérgico esforço humano e logístico foi despendido no abastecimento de suprimentos e revezamento de tripulação da base científica argentina, de caráter permanente, mais austral. Em paralelo à função de materializar em relatório o cabedal de ensinamentos, metodologias e doutrinas que possam auxiliar nossa Marinha quando em navegação nas águas mais ao sul do Estreito Antártico e no Mar de *Weddell*, tive a oportunidade de efetivamente pisar em terras continentais na Base Científica de *Belgrano II* e de avistar em suas proximidades os exemplares do Pinguim Imperador (espécie de pinguim que raramente se vê na porção insular da Antártica).



Figura 2- Pinguim imperador



Durante os 48 dias de navegação nas gélidas águas antárticas, pude incrementar não só a minha experiência em navegação polar, mas também a coletânea de momentos memoráveis vividos no passadiço e durante as atividades em terra. A variação meteorológica entre os dias sem noite na Antártica é surpreendente. Por vezes, um dia “temperamental” com ventos, tormentas e ondas. Outras, um mar calmo e parado, permitindo o reflexo impressionante das montanhas e *icebergs* num dia de céu azul e ensolarado. Comprimido nessa magistral dualidade, o navio brilhantemente proveu o suporte logístico e a troca de tripulação de importantes bases científicas como *Orcadas*, *Petrel*, *Carlini*, *Esperanza* e *Marambio*, além da já citada *Belgrano II*.



Figura 3- Equipe Pallet em ação durante abastecimento logístico



Figura 4- Base Orcadas, com ocupação permanente desde 1904

3. NAVIO DE METAL E HOMENS

Acompanhar as atividades de pesquisa desenvolvidas a bordo e nas bases científicas, principalmente em relação à coleta de dados geoespaciais marinhos, bem como aos aspectos da navegação em águas polares na presença de campos de gelo foi a precípua função por mim executada. Porém, um oficial embarcado deve ir além de obter e registrar as informações que possam gerar melhorias na qualidade dos trabalhos realizados durante as operações antárticas brasileiras e de novas metodologias e tecnologias empregadas. Deve ter olhos atentos a mais do que às cavernas, longarinas, anteparas e manobras marinheiras. Deve observar a “alma” do navio e os seres humanos que a compõem.



Figura 5- Navegação do A.R.A “Almirante Irizar” em meio a um campo de gelo no mar de Weddell

Além da robustez de um navio com deslocamento de 15 mil toneladas, que foi arduamente reconstruído durante 10 anos após um devastador incêndio ocorrido 2007, evidencia-se a bordo e no meio civil, principalmente por meio das mídias sociais do próprio navio, o patente sentimento de orgulho nacional, não só dos homens e mulheres que se aventuram nos mares bravios “além-Drake”, mas também nos argentinos que na Pátria ficaram, confiantes na completude dessa importante missão por parte dos que zarparam.

Ao término da singradura, o intercâmbio, além de ser uma fonte de ensinamentos, metodologias e doutrinas que auxiliarão nossa Marinha na navegação em campos de gelo, se provou uma oportunidade ímpar de estreitar laços técnicos e de amizade com militares da Armada Argentina que, tal qual a nossa Marinha, é dotada de um incólume senso de honradez, espírito

de sacrifício e resiliência. Cientes da importância do projeto antártico argentino e seus vetores para a manutenção da “Soberania Argentina na Antártica” e para a cooperação internacional, caberá ainda ao “Almirante IRIZAR” navegar muitas milhas náuticas e transpassar muitos campos de gelo....”Restará sempre muito o que fazer..”.

“El Irizar cumple!”





DO “MAR DE GRAU” À PENÍNSULA ANTÁRTICA, UM ORGULHO DA POPULAÇÃO PERUANA: A EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE NO NAVIO DA ARMADA PERUANA CARRASCO POR OCASIÃO DA ANTAR XXX

*Capitão de Corveta João Paulo Martins
Camelo¹*

1. INTRODUÇÃO

O *Buque de la Armada Peruana* (B.A.P.) Carrasco é um dos mais modernos da frota naval do Peru e desempenha um papel vital nas expedições científicas à Antártica. Este artigo explora a experiência de embarque nesse navio, destacando sua importância, e relata um breve comentário sobre as atividades desenvolvidas pelo Carrasco na Península Antártica, ao longo da ANTAR XXX.



Buque de la Armada Peruana (B.A.P.) Carrasco.

2. HISTÓRICO

O navio ostenta o nome de um distinto oficial hidrógrafo, considerado na Marinha do Peru como pioneiro no estudo das ciências de navegação, que alcançou o cargo de Comandante Geral da Marinha: o Almirante Eduardo Carrasco Toro. O navio foi construído em 2016 pelo Estaleiro *Construcciones*

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Chefe do Departamento de Operações do Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel – H 44.
Email: joao.camelo@marinha.mil.br

Navales P. Freire S.A, na Espanha, e foi lançado ao mar em 2017. Projetado para apoiar operações científicas no ambiente gélido da Antártica, ele simboliza o compromisso do Peru com a pesquisa polar e a conservação ambiental.

Equipado com tecnologia de ponta, Classificação Polar 7, o navio é fundamental para a coleta de dados meteorológicos, oceanográficos, biológicos e geológicos. Além disso, auxilia no entendimento das mudanças climáticas e seus efeitos globais, bem como no apoio à Estação Peruana de Pesquisas na Antártica Machu Picchu, guarnecida somente no verão antártico e localizada nas proximidades da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF).

3. O EMBARQUE NO B.A.P. CARRASCO

A bordo do B.A.P. Carrasco, os tripulantes encontram uma verdadeira plataforma científica flutuante. Um navio de alma forte, com oficiais e praças com elevado espírito marinho que trabalham em sinergia para a condução das operações a bom termo. O navio dispõe de laboratórios bem equipados, alojamentos confortáveis e uma equipe composta por cientistas e militares altamente capacitados.

Durante a travessia pela Passagem de Drake, conhecida por suas águas turbulentas, a robustez do navio é testada, mas sua estabilidade e *design* inovador proporcionam segurança e conforto aos ocupantes garantindo uma navegabilidade segura, mesmo com ondas maiores que 5 metros de altura significativa.

As comissões realizadas pelo Carrasco são multidisciplinares, envolvendo áreas como biologia marinha, geologia e glaciologia. O navio também promove colaborações internacionais, como embarque de oficiais de outras marinhas e apoio a projetos

conjuntos que buscam ampliar o conhecimento humano sobre a formação do continente antártico. Entre as pesquisas, destacam-se o estudo dos ecossistemas marinhos e o monitoramento das geleiras, fundamentais para a compreensão das mudanças climáticas.

Por ocasião da ANTAR XXX, ao longo da Campanha Geológica, houve o embarque do atual Comandante do B.A.P. Carrasco, do atual Comandante do Navio de Pesquisa Oceanográfica da Armada Espanhola Hespérides, de uma Oficial Hidrógrafa da Armada Argentina e de um Oficial Hidrógrafo da Armada Australiana.

No que tange às pesquisas, o Navio possui um Coordenador Científico Embarcado, que é um servidor de carreira do Ministério de Relações Exteriores do Peru. Todo o enlace com os pesquisadores é realizado por meio desse servidor.



Comitiva de tripulantes do B.A.P. Carrasco em visita à EACF.

4. O PRESTÍGIO DA HIDROGRAFIA

As expedições do B.A.P. Carrasco contribuem significativamente para a preservação ambiental e para o avanço científico. As descobertas feitas a bordo ajudam a fomentar políticas de proteção ambiental, evidenciando o papel relevante do Peru na comunidade científica internacional.



Além disso, essas missões inspiram futuras gerações de cientistas e aumentam a conscientização sobre a importância de preservar a Antártica para o equilíbrio ecológico do planeta. O navio é um verdadeiro orgulho nacional peruano.

Por ocasião da despedida e do regresso da ANTAR XXX, a cerimônia foi presidida pela Presidente da República do Peru, a Senhora Dina Boluarte. O navio possui vasto material de relações públicas para divulgação de suas atividades e da cultura peruana em geral. É evidente a satisfação profissional que os oficiais hidrografos possuem pela carreira que desvenda dos mares os segredos e o espírito de corpo que nutrem entre si.

5. CONCLUSÃO

A experiência de embarque no B.A.P. Carrasco foi mais do que uma oportunidade de conhecer o ambiente antártico; pois permitiu estreitar laços técnicos e marinheiros com militares da Armada do Peru, bem como vivenciar a motivação que os oficiais e praças hidrografos peruanos possuem pela carreira hidrográfica desempenhada seja no “Mar de Grau”, na Amazônia Peruana ou na Antártica.

“B.A.P. Carrasco! Tecnologia & Investigación!”



Comitiva de tripulantes do B.A.P. Carrasco em visita à EACF.



SEIS DIAS NA LINHA DO EQUADOR: RELATO DE UM OFICIAL DE MARINHA A BORDO DO VELEIRO WITNESS

Capitão-Tenente Jonatan de Souza Cavalcante¹

INTRODUÇÃO

Mar calmo nunca fez bom marinheiro. E foi exatamente no agito das águas da Margem Equatorial que embarquei, em março de 2024, para aquela que viria a ser uma das experiências mais inusitadas da minha carreira naval. Por seis dias, deixei o conforto, a tecnologia e a disciplina do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira para embarcar no Witness, um pequeno veleiro de bandeira holandesa do Greenpeace.

Minha função como Oficial-Fiscal era simples na forma, mas profunda em propósito: acompanhar de perto atividades de pesquisa oceanográfica conduzidas por uma organização não-governamental internacional em uma área de nossa Amazônia Azul. Missões como essa reforçam nosso compromisso com o direito internacional, aliado ao interesse nacional, assegurando que todas as ações — civis ou estatais — estejam em consonância com os preceitos legais estabelecidos na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) e com o ordenamento do Estado brasileiro, em especial o contido no Decreto nº 96.000/1988, que dispõe sobre a realização de pesquisa e investigação científica na plataforma continental e em águas sob jurisdição brasileira, e sobre navios e aeronaves de pesquisa estrangeiros em visita aos portos ou aeroportos nacionais, em trânsito nas águas jurisdicionais brasileiras ou no espaço aéreo sobrejacente.

¹Oficial da Armada, Hidrógrafo. Ajudante do Instrutor de Navegação do Navio-Escola “Brasil”. E-mail: souza.cavalcante@marinha.mil.br



Figura 1- O veleiro WITNESS

ENTRE VELAS, CORRENTES E SILÊNCIOS

Com seus modestos 22,5 metros de comprimento, ele não é um navio de combate, tampouco um laboratório flutuante, mas carrega em seu casco de alumínio a capacidade de alcançar áreas internacionais com baixa emissão de gases. O Witness possui quilha retrátil, leme duplo e espaço limitado, abrigando uma tripulação de até 12 pessoas.

Os espaços eram estreitos, o calor constante e os banhos contados. A comida foi muito bem preparada pelo cozinheiro Luiz, apesar da restrição ao uso de proteína animal devido às normas da organização. As madrugadas eram embaladas pelo som constante do casco contra as ondas de até 2,5 metros e pelo vento chacoalhando as velas.

A tripulação do Witness era composta por estrangeiros e brasileiros. Dentre os responsáveis pela embarcação, havia holandeses e uma mulher da África do Sul. Já entre os profissionais nacionais, havia pesquisadores, professores, ambientalistas

e até mesmo uma equipe de filmagem, que conduziria um documentário sobre a expedição. O objetivo deles era, em linhas gerais, monitorar as correntes oceânicas superficiais da Margem Equatorial. Para isso, lançaram ao mar uma série de “derivadores oceanográficos” — dispositivos leves, com cerca de 20 cm de diâmetro, flutuantes, equipados com GPS e transmissores via satélite, projetados para registrar o movimento das águas superficiais ao longo dos dias.



Figura 2- Derivador de Stokes

A MISSÃO E O MAR

Enquanto isso, como representante da Marinha do Brasil, procurei exercer meu papel de fiscalização com discrição e firmeza. Sem interferir na operação, observei, dia e noite, cada lançamento dos equipamentos científicos previamente estabelecidos junto ao EMA, registrei as coordenadas e zelei pelo cumprimento das normativas em vigor. A neutralidade, nesse contexto, é o maior gesto de presença. Minha missão ali era, sobretudo, garantir que o Estado brasileiro permanecesse

atento, inclusive onde outros esperam encontrar ausência.

Os lançamentos foram realizados nos pontos previstos e todos executados sob minha supervisão, tanto sob a luz do Sol quanto na madrugada adentro.

Durante os seis dias a bordo, fui lembrado da velha máxima naval: “vigiar o mar é tão importante quanto dominá-lo.” Ao mantermos presença, mesmo nas menores embarcações, reafirmamos que o Brasil não se ausenta de suas águas, sejam elas exploradas por fragatas, navios-patrolha ou por um veleiro sem ar-condicionado.

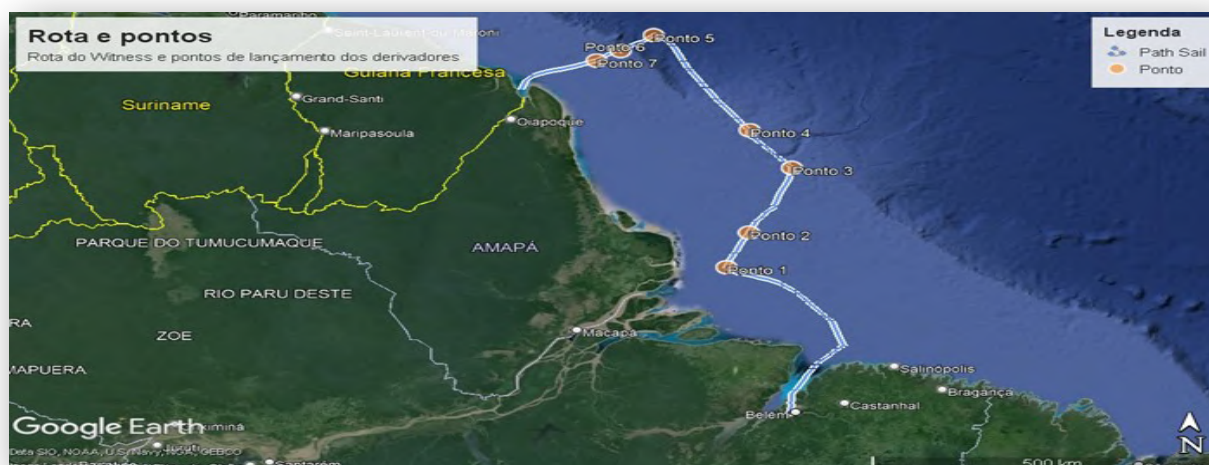


Figura 3- Trajeto percorrido pelo veleiro WITNESS e os pontos de lançamento dos derivadores.



Figura 4- Lançamento dos derivadores pelos pesquisadores.



O VALOR DA PRESENÇA

A importância da função de Oficial-Fiscal para a Marinha do Brasil não está apenas no acompanhamento da expedição, mas na mensagem que se transmite ao país e ao mundo: o Brasil está atento, presente e disposto ao diálogo — com firmeza, mas também com diplomacia. A complexidade de se manter o equilíbrio entre conservação e desenvolvimento exige mais do que palavras de ordem: exige presença, escuta e estratégia.

Voltei à terra firme, desembarcando nas águas do Oiapoque. Mais uma oportunidade que a Marinha do Brasil me proporcionou ao conhecer uma cidade

no extremo norte de nossa grandiosa Pátria Amada. Além disso, trouxe comigo ótimas memórias e uma certeza: mesmo em ambientes desafiadores e com pessoas de grande diversidade cultural e de pensamentos, a Marinha segue seu rumo com o norte fixo — o da soberania e do compromisso com o povo brasileiro.

Por fim, o sentimento mais marcante é de que precisamos estar presentes, cada vez mais, nessa Amazônia Azul que se estende da costa ao largo. Precisamos conhecer, fiscalizar, estudar e defender. Se isso exigir embarcar em veleiros apertados, que assim seja. Porque quem ama o Brasil, o defende — de todas as formas, com todos os meios.





EMBARQUE DE OFICIAL OBSERVADORA NO NAVIO DE PESQUISA OCEANOGRÁFICA “METEOR”

Capitão-Tenente (T) Fernanda Monteiro Passamani¹

1. MISSÃO E PESQUISA

Foi recebida por esta Oficial Observadora a missão de fiscalizar as atividades de pesquisa científica exercidas em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), por ocasião do cruzeiro M-206 “Geotraces-2”, a bordo do Navio de Pesquisa Oceanográfica (NPO) “Meteor”, de bandeira alemã. A missão ocorreu entre os dias 29 de novembro e 30 de dezembro de 2024, com embarque em Fortaleza-CE e desembarque em Belém-PA. A pesquisa teve como objetivo principal a ampliação do conhecimento científico acerca do impacto do Rio Amazonas no transporte de elementos metais traços para o Oceano Atlântico. Para isto, foram realizadas diversas coletas de amostras de água e sedimentos ao longo das variações de salinidade da região de água doce até a região oceânica. Desta forma, busca-se quantificar o ciclo biogeoquímico de metais traços, por exemplo, níquel, titânio, cobre, ferro e manganês, bem como a caracterização isotópica de massas de água e seus processos de mistura. O projeto Amazon-Geotraces teve início em 2018 com a participação de instituições de pesquisa de diferentes países e pesquisadores de diversas nacionalidades. Para o cruzeiro Geotraces-2 embarcaram representantes do Laboratório de Ciências Ambientais do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), do Departamento

¹ Oficial do Quadro Técnico, Bacharelado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha – CHM. passamani@marinha.mil.br



de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os resultados desta comissão realizada na estação seca deverão ser comparados com os de 2018, realizados durante a estação de cheia do Rio Amazonas.

2. EXPERIÊNCIA DE EMBARQUE

Minha primeira experiência de embarque como Oficial Observadora, em 2019, contou com uma pesquisa geotécnica próxima à Bacia de Campos, litoral do estado do Rio de Janeiro, em um navio de bandeira panamenha. Vislumbrada a oportunidade de embarcar como Oficial Observadora neste navio de pesquisa alemão, reconhecido internacionalmente por suas importantes contribuições científicas, e realizando pesquisas oceanográficas e geológicas no estuário amazônico, não tive dúvidas que esta seria mais uma etapa desafiadora e significativa de minha carreira como geóloga da Marinha do Brasil. Durante os 31 dias de missão acompanhei e fiscalizei as atividades de coleta e preparação de amostras, análises de laboratório e navegação. O mês de

dezembro foi escolhido para a comissão por ser o período de estiagem na região e, mesmo sabendo que todos passariam o Natal a bordo e que muitos também não chegariam em casa a tempo para o Ano Novo, todos demonstravam gratidão por fazer parte de uma expedição científica dessa magnitude. A árvore de Natal dos marinheiros decorava o rancho e o convés do navio e o cardápio especial contou com comidas típicas das festividades europeias. A coleta de amostra no ponto de salinidade zero, na foz do Rio Amazonas, foi um dos momentos mais aguardados da pesquisa. Considero a experiência super positiva para todos os oficiais aptos a observadores e, pessoalmente, acredito que possa ser uma oportunidade ainda maior de aperfeiçoamento para oficiais geólogos e oceanógrafos, nesse caso devido à finalidade do cruzeiro. Essa experiência única de pesquisa científica em águas da margem equatorial brasileira marca o momento em que ultrapasso a marca de 400 dias de mar na carreira. Sou profundamente grata por representar a DHN junto ao EMA e às autoridades estrangeiras. “Restará sempre muito o que fazer...”.



Figura 1- NPO “Meteor” atracado no Porto de Fortaleza-CE e logotipo comemorativo do cruzeiro M-206 “Geotraces-2” na região amazônica.



Figura 2- Momentos a bordo do NPO “Meteor”: pesquisa científica e festividades natalinas no mar. Estiveram a bordo representantes de diversas instituições brasileiras.

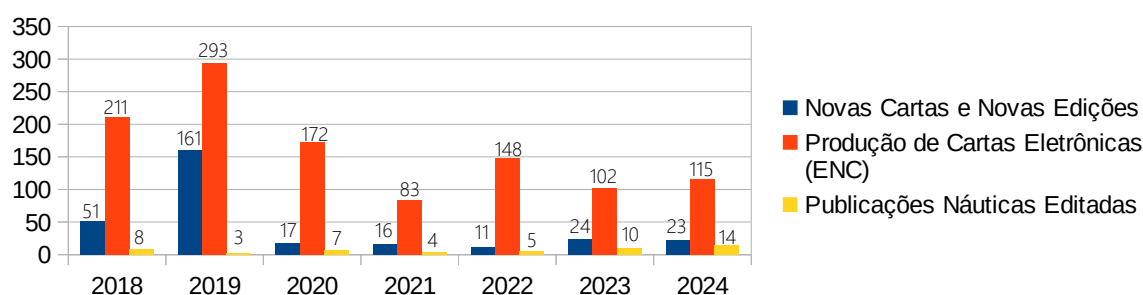




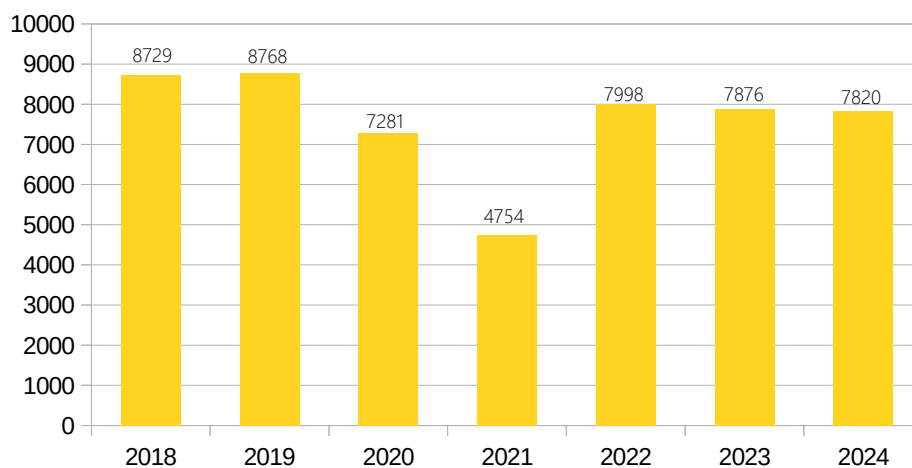
I – PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA

1 – Apresentamos abaixo os dados referentes à produção cartográfica e publicações náuticas do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e impressas pela Base de Hidrografia da Marinha em Niterói (BHMN) incluindo o período de 2018 a 2024:

PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA



CARTAS IMPRESSAS POR DEMANDA



2 – A lista completa das cartas e outras publicações realizadas no ano de 2024 estão disponíveis através do código QR abaixo:





II – PROGRAMA DE CONCLAVES E INTERCÂMBIOS

1 – CONCLAVES

1.1 – GOVERNAMENTAIS NO EXTERIOR

- Reuniões da Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC). Nova Iorque, EUA.
- Sessões da Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC). Nova Iorque, EUA.
- Reunião da Secretaria Técnica da Hidrovia Uruguai-Brasil (ST-HUB). Punta del Este, Uruguai.

1.2 – NÃO-GOVERNAMENTAIS NO EXTERIOR

- Reunião do Conselho da Organização Hidrográfica Internacional (COHI). Mônaco, Mônaco.
- Seminário de Conscientização Hidrográfica e Reunião da Comissão Hidrográfica do Atlântico Sudoeste (CHAtSO). Buenos Aires, Argentina.
- Sessão do Conselho Executivo da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO (COI/UNESCO). Paris, França.
- Reunião da Aliança Regional em Oceanografia para o Atlântico Sudoeste Superior e Tropical (OCEATLAN). Buenos Aires, Argentina.
- *Conference of the Meso American and Caribbean Sea Hydrographic Commission (MACHC)*. Cidade do Panamá, Panamá.
- Reunião do Comitê da Organização Hidrográfica Internacional de Coordenação Inter-regional (IRCC), Galápagos, Equador.
- *Meeting of the Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC)*. Tóquio, Japão.
- Reunião do Conselho da Associação Internacional de Auxílios Marítimos à Navegação e Autoridades de Faróis (IALA). Istambul, Turquia.
- *Meeting of the FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC)*. Hamburgo, Alemanha.
- *Intersessional Meeting of the FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC)*. Grécia, Atenas.



- *Meeting of the Worldwide ENC Database Working Group (WENDWG)*. Norfolk, EUA.
- *Meeting of S-100 Working Group (S-100WG)*. Gênova, Itália.
- *Meeting of S-101 Project Team (S-101PT)*. Estocolmo, Suécia.
- *Meeting of ENC Maintenance Working Group (ENCWG)*. Aalborg, Dinamarca.
- Treinamento dos Validadores do LA-RENC no *International Center for Electronic Navigational Charts (IC-ENC)*. Taunton, Reino Unido.
- Reunião do Comitê do Serviço de Tráfego de Embarcações da *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (VTS)*. Saint Germain-en-Laye, França.
- Reunião do Subcomitê da Organização Hidrográfica Internacional de Criação de Capacidades (CBSC). Galápagos, Equador.
- *Meeting of the World-Wide Navigational Warning Service Sub-Committee (WWNWS)*. Valparaíso, Chile.
- *Worldwide Met-Ocean Information and Warning Service Committee (WWMIWS) Meeting*. Exeter, Reino Unido.
- *Meeting of the Tidal, Current and Water Level Working Group (TWCWG)*. Mônaco, Mônaco.
- *Meeting of the Nautical Cartography Working Group (NCWG)*. Mônaco, Mônaco.
- *Inland ENC Harmonization Group Meeting (IEHG)*. Pequim, China.
- *Meeting of the Hydrographic Surveys Working Group (HSWG)*, Roma, Itália.
- *World Meteorological Organization – International Maritime Organization (WMO-IMO) Symposium on Extreme Maritime Weather: Bridging the Knowledge Gap Towards Safer Shipping*. Londres, Reino Unido.
- Sessão do Data Buoy Cooperation Panel (DBCP). Hyderabad, Índia.
- *ADCIRC Week*. College Park, EUA.
- *International Glider Conference*. Gotemburgo, Suécia.
- Reunião Técnica e Visita Institucional ao Serviço Hidrográfico e Oceanográfico da Armada do Chile (SHOA). Valparaíso, Chile.
- *MTS International Buoy Workshop*. Washington, EUA.
- *IC-ENC Technical Conference*. Atenas, Grécia (por videoconferência).
- *S-57 Validation Training*. Washington, EUA.

- *Expert Meeting in the Field of Hydrography*. Gênova, Itália.
- *WMO Marine Services Course for Spanish-speaking Member States of WMO Regional Associations III and IV – Phase-II*. Buenos Aires, Argentina.
- Visita Oficial ao Serviço Hidrográfico Chinês. Pequim, Tianjin e Dalian, China.
- Reuniões do Conselho de Transição da Organização Internacional de Auxílios Marítimos à Navegação (TC-IALA). Saint Germain-en-Laye, França.
- Conferência de Hidrografia da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CH-CPLP). Mindelo, Cabo Verde.
- *S-57 – S-101 Conversion Workshop*. Cidade do Panamá, Panamá.
- *CARIS User Conference*. Viña del Mar, Chile.

1.3 – NÃO GOVERNAMENTAIS NO PAÍS

- *Workshop* sobre Análise de Séries Temporais para Oceanografia. Fortaleza, CE.
- *Workshop* em Oceanografia e Clima Polar. Salvador, BA.
- *Workshop* Desafios da Margem Equatorial. Natal, RN.
- *Workshop* Modelo Comunitário MONAN. Cachoeira Paulista, SP.
- Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar (COLACMAR) e Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO). Itajaí, SC.

2 - INTERCÂMBIOS

- Intercâmbio a bordo do NavAnt A.R.A. “ALMIRANTE IRIZAR”, da Armada Argentina (ARA) para participar da Campanha de Verão 2023/2024. Ushuaia, Argentina.
- Intercâmbio a bordo do “BAP CARRASCO”, da Marinha de Guerra do Peru (MGP) para participar da Trigésima Campanha Científica do Peru à Antártida (ANTAR XXX). Punta Arenas, Chile.





III – CURSOS E ESTÁGIOS EM INSTITUIÇÕES EXTRAMARINHA

1 – CURSOS

1.1 – PÓS-GRADUAÇÃO

Gerenciamento de dados espaço-temporais, terrestres, marítimos e atmosféricos, baseado em grafos

Mestrado em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, PR.

Capitão de Corveta (Corpo de Engenheiros da Marinha) Ana Emília de Souza Silva

Desenvolvimento de escala de classificação e de ferramentas de previsão de ressacas para a costa S/SE do Brasil, com base no fluxo de energia das ondas

Mestrado em Meteorologia, Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP.

Capitão de Corveta Rodrigo Tecchio

1.2 – QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Curso de Formação Básica para Navios que Operam em Águas Polares, na modalidade EAD.

Capitão de Mar e Guerra Maicon Jesus Domingues Luiz

Meteorologia Aeronáutica. Escola de Especialistas de Aeronáutica. Força Aérea Brasileira. Guaratinguetá, SP.

Terceiro-Sargento (Meteorologista) Natália Silva dos Santos e Terceiro-Sargento (Meteorologista) Gabriel Silva Aragão Wienskoski

Curso de *Data Science Full-Time*, modalidade EAD.

Primeiro-Tenente (Quadro Técnico) Liana Pacheco Bittencourt



2 – ESTÁGIOS

Implementação Operacional. Cachoeira Paulista, SP.

Segundo-Sargento (Meteorologista) Giselle Ribeiro do Espírito Santo

Processamento de imagens de satélite para aplicações em oceanografia e meteorologia, Cachoeira Paulista, SP.

Primeiro-Tenente (Quadro Técnico) Victor Vinicius Araújo Ferreira

Verificação Estatística e Modelagem Numérica. Cachoeira Paulista, SP.

Capitão de Corveta (Quadro Técnico) Alexandre Augusto Lopes Gadelha

Treinamento de Análise e Previsão de Sistemas Tropicais. *Camp Spring*, EUA.

Capitão de Corveta (Quadro Técnico) Rodrigo de Souza Barreto Mathias





IV – CURSOS REGULARES

1 – CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE HIDROGRAFIA PARA OFICIAIS (CAHO)



Cerimônia de encerramento do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais

Oficiais-Alunos do 77º CAHO – Turma 2024:

Segundo-Tenente	SANRLLEY BENTES CORDEIRO
Segundo-Tenente	PAULO CÉSAR DE LIMA JÚNIOR
Segundo-Tenente	VINÍCIUS SANTOS FERREIRA
Segundo-Tenente	FELIPE ANTUNES DINIZ SEIBEL
Segundo-Tenente	ARTHUR LIMA VERDE DOS SANTOS PEREIRA
Segundo-Tenente	BERNARDO PEREIRA DE MELLO
Segundo-Tenente	DANIEL COSTA DA SILVA
Segundo-Tenente	CAIO PHELIPPE EVANGELISTA ALVES DA CONCEIÇÃO
Segundo-Tenente	MVONDO ELLE JOSEPH JOEL (Marinha Nacional de Camarões)
Primeiro-Tenente	NANGO TEMGOUA ULRICH GILDAS (Marinha Nacional de Camarões)

1º Colocado: Segundo-Tenente SANRLLEY BENTES CORDEIRO, com média final 9,815

**PRÊMIOS ESCOLARES:****PRÊMIO “EVOLUÇÃO E APLICAÇÃO”**

Concedido pela Diretoria de Ensino da Marinha (DEnsM) ao Oficial-Aluno classificado em primeiro lugar no seu curso.

Segundo-Tenente	SANRLLEY BENTES CORDEIRO	9,815
-----------------	--------------------------	-------

MEDALHA-PRÊMIO “COMANDANTE VITAL DE OLIVEIRA”

A Medalha-Prêmio Comandante Vital de Oliveira, concedida pela DHN, foi criada em homenagem ao Capitão de Fragata Manoel Antônio Vital de Oliveira, Patrono da Hidrografia da Marinha, e destina-se a agraciar o Oficial que concluir o CAHO em primeiro lugar.

Segundo-Tenente	SANRLLEY BENTES CORDEIRO	9,815
-----------------	--------------------------	-------

PRÊMIO “DISTINÇÃO”

Concedido ao Oficial-Aluno que concluir o CAHO em primeiro lugar, desde que obtenha média final maior ou igual a 9,7 no curso.

Segundo-Tenente	SANRLLEY BENTES CORDEIRO	9,815
-----------------	--------------------------	-------



2 – CURSOS DE APERFEIÇOAMENTO PARA PRAÇAS



Cerimônia de encerramento dos Cursos de Aperfeiçoamento para Praças – Turma 2024

2.1 – CURSO DE APERFEIÇOAMENTO EM HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (C-Ap-HN)

Alunos do 51º C-Ap-HN – Turma 2024:

Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	DIÊGO CAMPELO SOARES DE LIMA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	LUCAS DE JESUS DA SILVA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	HERNAN SCHUMAN BARBOSA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	JONES GOMES DE NEGREIROS
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ADRIEL SANTOS DE JESUS
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	THIAGO DA SILVA BELÉM
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	JONAS DE BARROS COSTA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	SIDNEY GAMA PORTAL
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	PABLO SOARES DE MOURA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ARTUR CAVALCANTE LISBOA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	GABRIEL DA SILVA FELIX
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	JOMAR SANTOS DE LIMA JUNIOR
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	PAULO LEVI MARTINS DE ALMEIDA

Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	RUBENS ANDRADE LEMOS JUNIOR
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ALISSON ADEMIR DE OLIVEIRA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	WILLER AMARAL MACHADO
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	LUÍS HENRIQUE MACIEL DE ARAUJO
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	DOUGLAS JUNIOR OLIVEIRA CASEIRO
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	KLEYTON RAFAEL SOUZA DA CÂMARA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	FERNANDO CABRAL REIS
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	THIAGO OLIVEIRA TOMÉ DE SOUZA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	WALLACY VINÍCIUS VARGAS DE BARROS
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	JÔNATAS CARLOS OLIVEIRA PEREIRA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	GUILHERME GOMES COSTA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ANGELO GABRIEL RODRIGUES DOS SANTOS
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	LUIS OTAVIO FARIAS BENTES
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	BRUNO AZEVEDO BARD
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	MARCOS AFFONSO SANTOS DA SILVA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ERIC JONATHAN DE ALMEIDA SILVA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	LUÍS CÉSAR BAPTISTA MENDES
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	RENAN DA SILVA TEIXEIRA MENDES
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	MARCELO MARTINS LEITE CRUZ
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	THOMAS JAMENSON S. DO ESPIRITO SANTO
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	MARCOS AURÉLIO DIAS DE OLIVEIRA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	RENATO MARIANO GARCIA DA SILVA
Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	TIAGO SILVA AZEVEDO

1º Colocado: Terceiro-Sargento (Hidrógrafo) DIÊGO CAMPELO SOARES DE LIMA, com média final 9,273.

PRÊMIOS ESCOLARES:

PRÊMIO “ESTUDO E APLICAÇÃO”

Concedido pela DEnsM ao aluno classificado em primeiro lugar no seu curso.

Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	DIÊGO CAMPELO SOARES DE LIMA	9,273
---	------------------------------	-------

PRÊMIO “ALMIRANTE SALDANHA DA GAMA”

Concedido pela DEnsM, destina-se a premiar o Sargento que obtiver o primeiro lugar no seu curso, com média final igual ou superior a nove (9,000) entre todas as disciplinas constantes do currículo.

Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	DIÊGO CAMPELO SOARES DE LIMA	9,273
---	------------------------------	-------



CERTIFICADOS DE DESEMPENHO ESCOLAR, CONCEDIDOS PELO CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO ALMIRANTE RADLER DE AQUINO:

LÁUREA “COMANDANTE FERRAZ”

Destina-se a premiar o aluno do C-Ap-HN que obtiver a maior média na área de Meteorologia e Navegação, que abrange as disciplinas de Meteorologia e Oceanografia, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Terceiro-Sargento (Hidrografia e Navegação)	ADRIEL SANTOS DE JESUS	9,380
---	------------------------	-------

2.2 – CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE FAROLEIRO (C-Ap-FR)

Alunos do 37º C-Ap-FR – Turma 2024:

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JARDEL DOS SANTOS PEREIRA
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	MATEUS RODRIGUES DE ARAUJO
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JOSÉ GEOVANI DOS SANTOS
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	IAGO COSTA DE OLIVEIRA
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	ADEJAR DE CRISTO CORREIA NETTO
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	COSMO DOS SANTOS DE LIMA
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	UDERLAN VASCONCELOS RAMOS
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	PAULO SÉRGIO DIAS CONCEIÇÃO
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	WILLIAM RODRIGUES CERQUEIRA POGIAN
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	THIAGO ARAÚJO IRINEU
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	RENAN MACEDO MENTOR RODRIGUES
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JEAN CARLOS BRAGA MAIA
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	QUEMUEL THEODORO DA SILVA DE PAULA
Segundo-Sargento (Faroleiro)	MARLON JAVIER OLIVO CARPIO (Armada do Equador)
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	RAFAEL FERRÃO DOS SANTOS SANTANA
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	SILAS MELO DE ARAUJO
Terceiro-Sargento (Faroleiro)	NILTON LIMA DA SILVA JÚNIOR

1º Colocado: Terceiro-Sargento (Faroleiro) JARDEL DOS SANTOS PEREIRA, com média final 9,659.

PRÊMIOS ESCOLARES:**PRÊMIO “ESTUDO E APLICAÇÃO”**

Concedido pela DEnsM ao aluno classificado em primeiro lugar no seu curso.

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JARDEL DOS SANTOS PEREIRA	9,659
-------------------------------	---------------------------	-------

PRÊMIO “ALMIRANTE SALDANHA DA GAMA”

Concedido pela DEnsM, destina-se a premiar o Sargento que obtiver o primeiro lugar no seu curso, com média final igual ou superior a nove (9,000) entre todas as disciplinas constantes do currículo.

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JARDEL DOS SANTOS PEREIRA	9,659
-------------------------------	---------------------------	-------

CERTIFICADOS DE DESEMPENHO ESCOLAR, CONCEDIDOS PELO CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO ALMIRANTE RADLER DE AQUINO:**LÁUREA “ALMIRANTE MORAES REGO”**

Destina-se a premiar o aluno do C-Ap-FR que obtiver a maior média na área de Auxílios à Navegação, que abrange as disciplinas de Equipamentos de Auxílio à Navegação, Equipamentos e Sistemas Eletrônicos de Auxílios à Navegação e Projetos de Auxílios à Navegação, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	JOSÉ GEOVANI DOS SANTOS	9,478
-------------------------------	-------------------------	-------

LÁUREA “FAROLEIRO ARÊAS”

Destina-se a premiar o aluno do C-Ap-FR que obtiver a maior média na área de Navegação, que abrange a disciplina de Navegação, desde que não tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	ADEJAR DE CRISTO CORREIA NETTO	9,563
-------------------------------	--------------------------------	-------



LÁUREA “FAROLEIRO NASCIMENTO”

Destina-se a premiar o aluno do C-Ap-FR que obtiver a maior média na área de Auxílios à Navegação, que abrange as disciplinas de Auxílios à Navegação, Operações e Administração de Auxílios à Navegação e Prática de Fim de Curso em Manutenção de Auxílios à Navegação, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Terceiro-Sargento (Faroleiro)	MATEUS RODRIGUES DE ARAUJO	9,967
-------------------------------	----------------------------	-------

3 – CURSOS DE ESPECIALIZAÇÃO



Cerimônia de encerramento dos Cursos de Aperfeiçoamento para Praças – Turma 2024

3.1 – CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (C-Espc-HN)

Alunos do 62º C-Espc-HN – Turma 2024:

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA
Marinheiro	JHONATA PATRICK DE ARAÚJO RIBEIRO
Marinheiro	LUAN TORMA SERRA
Marinheiro	WILLIAN CARDOZO FERREIRA
Marinheiro	KAUÊ ARAUJO GUEDES
Marinheiro	CLAYTON HENRIQUE FREIRE DE OLIVEIRA
Marinheiro	ALEX BARRETO COELHO
Marinheiro	JOÃO EVANGELISTA COSTA PATROCÍNIO
Marinheiro	WELLITON SILVEIRA TAVARES
Marinheiro	LUCAS CABRAL FIORANI
Marinheiro	BRUNO MENEZES DA SILVA MARINS
Marinheiro	RUAN LIMA OLIVEIRA
Marinheiro	LUCAS DA SILVA GOMES
Marinheiro	SAMUEL TUPINAMBÁ DA F. ADRIANO

1º Colocado: Marinheiro (Quadro de Praças da Armada) VITOR DIAS BARBOSA, com média final 9,741.

PRÊMIOS ESCOLARES:

PRÊMIO “INSTRUÇÃO E APLICAÇÃO”

Concedido pela DEnsM ao aluno classificado em primeiro lugar no seu curso.

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,741
------------	--------------------	-------

PRÊMIO “ALMIRANTE JÚLIO DE NORONHA”

Concedido pela DEnsM, destina-se a premiar a Praça que obtiver o primeiro lugar no seu curso, com média final igual ou superior a nove (9,000) entre todas as disciplinas constantes do currículo.

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,741
------------	--------------------	-------

CERTIFICADOS DE DESEMPENHO ESCOLAR, CONCEDIDOS PELO CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO ALMIRANTE RADLER DE AQUINO:

LÁUREA “BARÃO DE JACEGUAY”

Destina-se a premiar o aluno do C-Espc-HN que obtiver a maior média na área de Hidrografia, que abrange as disciplinas de Topografia, Cartografia, Marés, Sondagem e Hidrografia Aplicada, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,691
------------	--------------------	-------



LÁUREA “OCEANOGRÁFICO”

Destina-se a premiar o aluno do C-Espc-HN que obtiver a maior média na área de Geofísica, que abrange as disciplinas de Meteorologia e Oceanografia, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,778
------------	--------------------	-------

LÁUREA “NAVEGADOR”

Destina-se a premiar o aluno do C-Espc-HN que obtiver a maior média na área de Navegação, que abrange as disciplinas de Navegação I e Navegação II, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,483
------------	--------------------	-------

PRÊMIO “DISTINÇÃO”

Destina-se a premiar o aluno do Curso de Especialização que concluir os seu curso em primeiro lugar, desde que obtenha média final maior ou igual a 9,700 em todo o curso.

Marinheiro	VITOR DIAS BARBOSA	9,741
------------	--------------------	-------

3.2 - CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE FAROLEIRO (C-Espc-FR)

Alunos do 38º C-Espc-FR – Turma 2024:

Marinheiro	PEDRO HENRIQUE SOUZA FRASSON
Marinheiro	DNICKSON MATHEUS DE ARAÚJO LIMA
Marinheiro	JEFFITER RICARDO DE S. CAMPOS OLIVEIRA
Marinheiro	PATRICK AUGUSTO ANDRADE DA PENHA
Marinheiro	LENILDO LUCAS DA CRUZ BENTO
Marinheiro	HUGO BARBOSA SAMPAIO

1º Colocado: Marinheiro PEDRO HENRIQUE SOUZA FRASSON, com média final 9,290.

PRÊMIOS ESCOLARES:

PRÊMIO “INSTRUÇÃO E APLICAÇÃO”

Concedido pela DEEnsM ao aluno classificado em primeiro lugar no seu curso.

Marinheiro	PEDRO HENRIQUE SOUZA FRASSON	9,290
------------	------------------------------	-------

PRÊMIO “ALMIRANTE JÚLIO DE NORONHA”

Concedido pela DEnsM, destina-se a premiar a Praça que obtiver o primeiro lugar no seu curso, com média final igual ou superior a nove (9,000) entre todas as disciplinas constantes do currículo.

Marinheiro	PEDRO HENRIQUE SOUZA FRASSON	9,290
------------	------------------------------	-------

CERTIFICADOS DE DESEMPENHO ESCOLAR, CONCEDIDOS PELO CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO ALMIRANTE RADLER DE AQUINO:**LÁUREA “SUBOFICIAL OLIVEIRA”**

Destina-se a premiar o aluno do C-Espc-FR que obtiver a maior média na área de Navegação, que abrange a disciplina de Navegação, desde que não tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Marinheiro	PEDRO HENRIQUE SOUZA FRASSON	9,517
------------	------------------------------	-------

LÁUREA “MESTRE JOÃO DOS SANTOS”

Destina-se a premiar o aluno do C-Espc-FR que obtiver a maior média na área de Auxílios à Navegação, que abrange as disciplinas de Auxílios à Navegação, Administração de Auxílios à Navegação, Fainas de Auxílios à Navegação e Manutenção de Auxílios à Navegação de Fim de Curso, desde que em nenhuma delas tenha obtido média inferior a nove (9,000).

Marinheiro	JEFFITER RICARDO DE S. CAMPOS OLIVEIRA	9,967
------------	--	-------





V – COMISSÕES

GRUPAMENTO DE NAVIOS HIDROCEANOGRÁFICOS (GNHo)

NAVIO POLAR “ALMIRANTE MAXIMIANO”



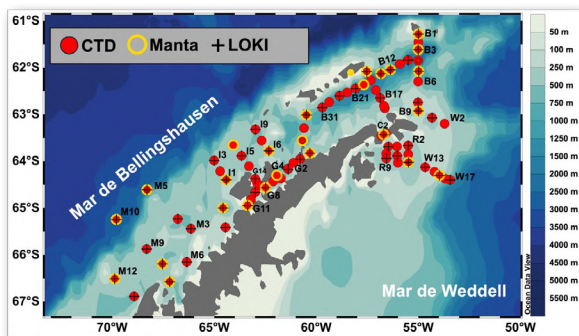
NPo “Almirante Maximiano”

Em 2024, o NPo “Almirante Maximiano” desempenhou um papel fundamental, participando tanto da 2ª Etapa da Operação “Antártica XLII” (OPERANTAR XLII) quanto da 1ª Etapa da Operação “Antártica XLIII” (OPERANTAR XLIII). Além de oferecer apoio logístico essencial à Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), o navio destacou-se ao conduzir pesquisas científicas abrangentes em diversas áreas do conhecimento.

Na 2ª Etapa da OPERANTAR XLII, foram realizados lançamentos de dois flutuadores ARGOS no Estreito de Drake e de uma boia de deriva *Spotter V2*, nas proximidades da

Enseada Mackellar, em apoio ao projeto Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMObs).

Além disso, o navio apoiou os projetos BRIOTECH, FIOANTAR e MICROBIOMAS, permitindo que os pesquisadores coletassem amostras de aves, mamíferos, material botânico e fungos em diversos pontos de interesse na Antártica. No âmbito do projeto CRIOSFERA, foram realizadas sete estações geológicas com os amostradores *Box Corer* e *Gravity Corer*, cujos pontos de coleta foram definidos com base na análise do ecograma obtido pelo *Sub-bottom Profiler* (SBP). Ademais, em apoio aos projetos PROVOCAR



Estações Oceanográficas na região Antártica

e ECOPELAGOS, foram realizadas 85 Estações Oceanográficas, 46 arrastos verticais da rede LOKI para coleta de imagens de fitoplânctons e zooplânctons, 28 arrastos horizontais com a rede manta para coleta de microplástico, além de biópsias e marcações de cetáceos.

O navio também monitorou, de forma contínua, as concentrações de CO₂ oceânico, além da temperatura e da salinidade da lâmina d'água, utilizando o termossalinógrafo. Essas atividades ocorreram nas regiões do Estreito de Bransfield, Mar de Weddell, Estreito de Gerlache e nas proximidades da Ilha Elefante. No dia 8 de março de 2024, o navio cruzou, pela primeira vez, o Círculo Polar Antártico, alcançando a latitude 66°53,354'S, onde realizou sua estação oceanográfica mais austral. Este marco inédito

permitirá uma análise aprofundada das regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas nos ecossistemas marinhos antárticos.

A partir de 6 de outubro, iniciou-se a 1ª Etapa da OPERANTAR XLIII, na qual o navio, no âmbito das pesquisas de Meteorologia e Oceanografia, conduziu sete estações oceanográficas em apoio aos projetos BECOOL, BRYOANTAR, SILICARBONCLIM, C3OS e ATMOS 2.0, na região da Confluência Brasil-Malvinas. Adicionalmente, foram efetuadas coletas de água em superfície, 17 arrastos verticais para coleta de zooplâncton, fitoplâncton e ômica e vinte lançamentos de radiossondas.

Na Antártica, o navio coletou amostras de aves, mamíferos e material botânico em apoio aos projetos BECOOL, IMPACTANT, FIOANTAR, VIDEANTAR, TERRANTAR e BRIOTECH, nas regiões das Ilhas Deception, Penguin, Livingston, Greenwich, Península Fields, Estreito de Bransfield e Estreito de Nelson. Essas coletas tiveram como objetivo analisar processos físico-químicos e biológicos afetos aos organismos bentônicos, monitorar a camada terrestre ativa dos sítios visitados, bem como manter a vigilância contínua de vírus respiratórios e outros patógenos relacionados à fauna antártica.



Coleta de dados oceanográficos na latitude 66°53,354', ao cruzar, pela primeira vez, o Círculo Polar Antártico



Navegação nas proximidades da Ilha Livingston, em apoio aos projetos FIOANTAR, VIDEANTAR, TERRANTAR e BRIOTECH



NAVIO DE APOIO OCEANOGRÁFICO “ARY RONGEL”



NAPoC “Ary Rongel” no mar de Weddell para lançamento de acampamentos

No período de 2 de janeiro a 8 de abril de 2024, o NAPoC “Ary Rongel” realizou a 2ª etapa da OPERANTAR XLII. Durante essa etapa, o navio prestou apoio logístico à EACF, com transferência de carga, suprimentos e óleo diesel antártico (ODA); apoiou diversos projetos de pesquisa do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) nas Ilhas Deception, Robert e Rei George, além disso, realizou o Levantamento Hidrográfico (LH) no Estreito de Bransfield, correspondendo a uma área total sondada de 411 km². Destaca-se, ainda, o lançamento e o recolhimento de três acampamentos científicos: um na Ilha James Ross, um na

Ilha Vega (Mar de Weddell), e outro na Ilha Rei George.

Após um intenso período de preparação, em 9 de novembro, por ocasião do início da OPERANTAR XLIII, ocorreu o embarque de pesquisadores participantes do PROANTAR. Nessa mesma data, o navio destacou do Rio de Janeiro e iniciou sua 31ª Comissão Austral consecutiva.

No transcurso da 1ª etapa da OPERANTAR XLIII, o navio prestou apoio logístico à EACF e a diversos projetos de pesquisa do PROANTAR, na Ilha Rei George.

Ao longo da 2ª etapa da OPERANTAR XLII e 1ª etapa da OPERANTAR XLIII, em



Desatracação para a OPERANTAR XLIII

cumprimento ao Plano de Coleta de Dados de Meteorologia e Oceanografia da Diretoria de Hidrografia e Navegação (PCD-METOC), foi realizada a coleta de dados oceanográficos com o termossalinógrafo e coleta de dados meteorológicos com a Estação Meteorológica Automática, além da elaboração de mensagens SHIP, contribuindo para o incremento do Banco Nacional de

Dados Oceanográficos (BNDO), com dados da costa sul da América do Sul e da Antártica.

Por ocasião da 1ª etapa da OPERANTAR XLIII, foi realizado Levantamento Hidrográfico (LH) ao sul das Ilhas Shetland do Sul, no Estreito de Bransfield, nas proximidades da Ilha Deception, para produção das cartas náuticas (CN) 9151 e 9152. Esse LH foi realizado em cumprimento ao Plano de Trabalho de Hidrografia da DHN (PTHidro-2024-2027), sendo uma ação decorrente do compromisso assumido pelo Brasil, como membro da Comissão Hidrográfica na Antártica (*Hydrographic Commission on Antarctica – HCA*), junto à Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Tal compromisso prevê produção e atualização de CN em cooperação com serviços hidrográficos de outros países, de forma a contribuir para a segurança da navegação em áreas de interesse na Antártica.



Apoio logístico à EACF



NAVIO OCEANOGRÁFICO "ANTARES"



NOc "Antares"

O NOc "Antares" realizou, entre os dias 29 de março e 29 de maio, a Comissão PIRATA BR-XXIV, em apoio ao Projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA), que é uma iniciativa das instituições científicas do Brasil, Estados Unidos e França. A Comissão contou com a participação de pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e teve como objetivo a manutenção das boias destinadas à coleta de dados meteoceanográficos

para o monitoramento do clima no Atlântico Tropical.

O navio realizou, entre os dias 18 e 20 de junho, a Comissão Apoio à Instrução (APOINST) VIII, que teve o propósito de contribuir com a formação dos Oficiais hidrógrafos, proporcionando aos Oficiais-alunos do CAHO 2024 o conhecimento dos métodos e a prática das tarefas de aquisição e processamento de dados executados em uma comissão oceanográfica.



Lançamento da boia tipo T-FLEX

Entre os dias 31 de julho e 9 de agosto, realizou a Comissão SAMOC, em apoio ao projeto SAMOC/SAMBAR, que teve como objetivo principal a recuperação de um correntômetro e um microCAT fundeados no Canal de Vema, cujos dados contribuem para a compreensão da influência da circulação marítima do Atlântico Sul sobre o clima regional e sobre a estabilidade da circulação de revolvimento meridional.

Foram realizadas, entre os dias 19 de agosto e 2 de outubro, as Comissões Expedição IX (E) e Costa Nordeste (Inverno), que tiveram como propósito principal contribuir para a coleta de dados oceanográficos, meteorológicos e hidrográficos em apoio à produção de informações ambientais, no período do inverno, voltadas ao Setor Operativo e de Segurança da Navegação.



Lançamento do conjunto CTD-Rosette



Entre os dias 11 e 30 de outubro, foi realizada a Comissão Pro Amazônia Azul I, em apoio ao projeto “Identificação de processos de mesoescala entre 14°S e 17°S como suporte aos estudos de dispersão do óleo no mar”, da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB). Esse projeto visa obter uma avaliação da variabilidade espaço-temporal das estruturas de mesoescala no litoral sul da Bahia,

principalmente com a identificação e caracterização do vórtice de Ilhéus e do Banco Royal-Charlotte.

O navio realizou, entre os dias 18 e 21 de novembro, a Comissão Paisagem Acústica IV, em apoio ao IEAPM. Essa comissão englobou atividades nas áreas de Oceanografia Física, Química, Geológica, Biológica e Acústica durante o período de verão ao largo de Ilha Grande (RJ).



Coleta de amostra geológica

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FAROLEIRO “ALMIRANTE GRAÇA ARANHA”



NHoF “Almirante Graça Aranha” deixando a Baía de Guanabara

A primeira comissão do NHoF “Almirante Graça Aranha” em 2024, realizada entre 15 e 19 de janeiro, foi a QUEBRA SAL EFOMM/SINALIZAÇÃO NÁUTICA SUDESTE I, que proporcionou o embarque de 178 adaptandos da Escola de Formação de

Oficiais da Marinha Mercante (EFOMM) para atividades de familiarização a bordo. Durante este evento, também foi realizado, em 16 de janeiro, o abastecimento do Farol Macaé (NRORD 2160), na Ilha de Santana-RJ, com a transferência de 4 mil litros de óleo diesel



marítimo, dez baterias elétricas e outros materiais necessários para o funcionamento do auxílio à navegação.

Em seguida, o navio participou da Comissão para a Abertura do Ano Hidrográfico, em 19 e 20 de fevereiro, marcando o início das atividades hidrográficas do ano de 2024 e visando divulgar o cumprimento dos Planos de Trabalho da Diretoria de Hidrografia e Navegação (PTHidro-2024-2027). Em sequência, o navio prosseguiu para a Comissão FAROL SUL I, transportando a lancha CEHILI e equipe técnica para apoiar o Levantamento Hidrográfico (LH) Lagoa dos Patos. Durante o regresso, foi realizada inspeção na boia meteoceanográfica BMO-BR, ao sul do litoral de Santos (SP).

Seguindo para mares austrais, em Buenos Aires–ARG, o navio teve

protagonismo na Comissão CHAtSO/OCEATLAN, realizada entre 25 de março e 23 de abril, representando a Marinha do Brasil ao participar do evento anual da Comissão Hidrográfica do Atlântico Sudoeste (CHAtSO) e do evento da Aliança Regional para a Oceanografia no Atlântico Sudoeste Superior e Tropical (OCEATLAN), com a participação da Armada da República Argentina (ARA) e outras delegações, fortalecendo laços de amizade e reafirmando a posição do Brasil perante a OHI. Além disso, durante a travessia, o navio recolheu uma boia BMO-BR do projeto REMObs, que estava à deriva a 151 milhas náuticas a sudeste do - RJ, e realizou o lançamento de uma boia meteoceanográfica *SPOTTER* nas proximidades da Ilha de Alcatrazes (SP) em apoio ao CHM.



Navio atracado em Buenos Aires



Fundeio nas proximidades de São Sebastião, SP

Entre os dias 4 e 10 de setembro, o NHO "Almirante Graça Aranha" realizou a comissão RECON LHFC em São Sebastião (SP), prestando apoio logístico e operacional às atividades de reconhecimento para o Levantamento Hidroceanográfico de Fim de Curso (LHFC) conduzidas pelo CIAARA.

Em 16 de setembro, o navio iniciou a Comissão PROTRINDADE III, a fim de apoiar o Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (PROTRINDADE). Durante esta comissão, o navio reestabeleceu o Farolete Ponta da Calheta Anterior (NRORD 2085); realizou a manutenção nos demais auxílios à navegação da Ilha; transportou doze pesquisadores de diversas instituições, como a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Universidade Federal do Ceará (UFCE) e Fundação Liberato, apoiados pela Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), que realizaram pesquisas nas áreas de oceanografia e

biologia marinha, dentre outras. O navio também apoiou projetos voltados para o mapeamento da região e a geração de conhecimento científico. Durante o retorno, no Porto de Vitória-ES, o navio recebeu visita de 160 alunos da Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo (EAMES), contribuindo para a formação militar e divulgação da mentalidade marítima.

Na Comissão APOIO À COGESN / REPARO RADIOFAROL RIO GRANDE / LH SUL, realizada entre 8 e 25 de outubro, o navio contribuiu para o Lançamento de Boia de Amarração para Testes de Imersão Estática dos Submarinos da Classe Riachuelo (SCR), em 9 de outubro, na Baía de Sepetiba (RJ), e apoiou a manutenção do Radiofarol de Rio Grande (RS) (NRORD 4064), com participação de equipe técnica do Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR). Também foi prestado apoio ao LH Sul, no qual foram realizadas atividades de rastreamento GNSS e nivelamento ótico, além da reocupação de estações



Visitação dos alunos da EAMES

maregráficas e fluviométricas, contribuindo para a execução do LH. O navio também realizou o regresso dos meios do Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais – Apoio à Defesa Civil do Rio Grande do Sul e do pessoal do 5º Contingente para o Rio de Janeiro-RJ, transportando diversos materiais e dezenas de militares empregados durante as mobilizações de socorro à população gaúcha.

Entre 4 e 30 de novembro, o navio realizou a Comissão APOINST XIX/XX/XXI/XXII, prestando apoio logístico e instrucional ao LHFC 2024 e à prática de manutenção de Auxílios à Navegação para o C-Ap-FR. Dessa forma, foram realizadas, nas proximidades de Ilhabela (SP) São Sebastião (SP) e Santos (SP) atividades de manutenção corretiva e preventiva em 15 Auxílios à Navegação, como faróis, faroletes e radiofaróis, com destaque para o restabelecimento dos equipamentos luminosos, reparos e melhorias estruturais desses auxílios.



Regresso dos meios do Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “CRUZEIRO DO SUL”



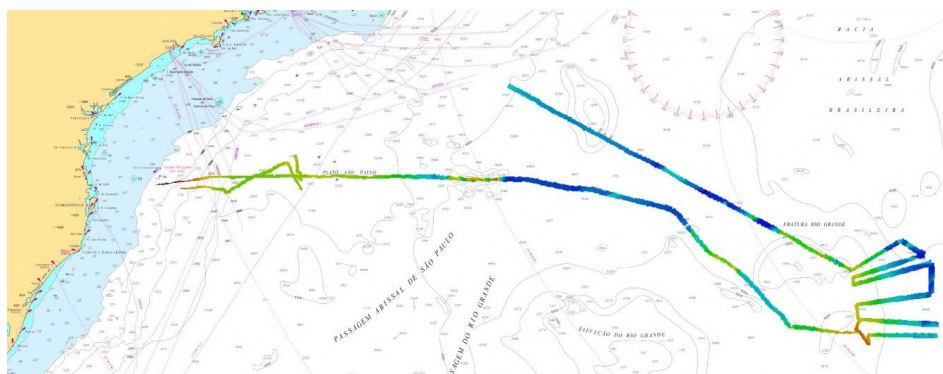
NHo "Cruzeiro do Sul"

No período compreendido entre os dias 18 de outubro e 9 de dezembro, o NHo “Cruzeiro do Sul” realizou a Comissão LEPLAC 29/PROAMAZÔNIA AZUL, sendo realizados 34 dias de mar e navegadas 4.821 milhas náuticas.

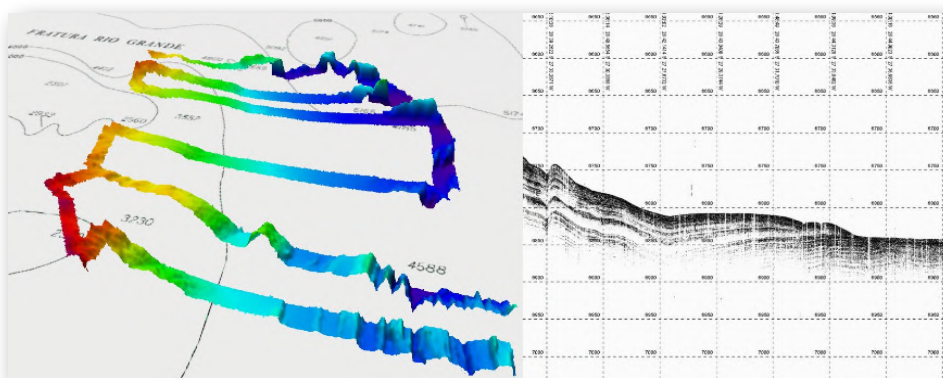
Na referida Comissão, o navio coletou dados batimétricos com o ecobatímetro multifeixe (EM-122), e de sísmica rasa, com o *subbottom profiler* (SBP-120), na margem oriental da Elevação do Rio Grande (ERG), em apoio ao Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC). Destaca-se a relevante marca de aquisição de

731 milhas náuticas de linhas de sondagem na ERG. Ademais, o navio recolheu uma linha de fundeio de aproximadamente 1.500 metros, a 100 milhas náuticas de Arraial do Cabo (RJ), em apoio ao Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (PCRBS), da USP.

Vale ressaltar, ainda, que, por ocasião da Comissão LEPLAC 29 / PROAMAZÔNIA AZUL, embarcaram 11 pesquisadores da USP, UERJ e Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e que esta foi a primeira comissão realizada pelo navio após a conclusão do período de manutenção.



Visualização dos dados de batimetria multifeixe adquiridos na Comissão



Linhas prioritárias na ERG com ecobatímetro EM-122 (à esquerda) e imagem obtida do SBP-120 (à direita)



Recolhimento de linha de fundeio

NAVIO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “VITAL DE OLIVEIRA”



Fundeio nas proximidades da Ilha de São Sebastião

No ano de 2024, o NPqHo “Vital de Oliveira” realizou sua mais longa comissão em nove anos de serviço, denominada Comitê Gestor I/2024 – Margem Equatorial (COGES I/2024 – MEQ), que ocorreu entre 19 de fevereiro e 22 de julho, e contou com 126 dias de mar num total de cinco meses de duração.

O propósito foi atender às demandas das instituições partícipes do Acordo de Cooperação para Governança do navio, mediante a execução dos projetos: “O destino dos sedimentos do Rio Amazonas”, “Sentinelas da Amazônia Azul”, Projeto “SeabedMap” (MCTI), “Investigação de áreas de ocorrência de formações biogênicas na Margem Equatorial do Brasil, costa do



Coleta de amostras de água em estação oceanográfica durante a COGES I/2024 – MEQ



Amapá” (PETROBRAS), Projeto “AMAZONAS” (SGB), Plano de Trabalho de Meteorologia e Oceanografia (PTMETOC) e Levantamento da Plataforma Continental (LEPLAC). Nessa jornada, foram exploradas regiões como a foz dos Rios Amazonas e Pará, o Banco do Álvaro (litoral do Maranhão), e outras regiões costeiras entre o Amapá e Alagoas, atendendo demandas de estudos de processos oceanográficos, da determinação da distribuição e abundância relativa de cetáceos em áreas específicas, do mapeamento e zoneamento de sistemas recifais, além da classificação e interpretação de grandes porções do fundo do mar e dos oceanos.

Adicionalmente, entre 9 de agosto e 4 de setembro, o navio participou do 20º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar e 8º Congresso Brasileiro de Oceanografia (COLACMAR-CBO) em que ficou aberto para visita dos congressistas. Após essa ocasião, o navio

demandou para Rio Grande (RS) onde realizou o reconhecimento de estações maregráficas e fluviométricas, mapeamento de contornos costeiros e levantamento de auxílios à Navegação visando mensurar os impactos causados pelas enchentes que assolaram o estado do Rio Grande do Sul em maio de 2024, bem como subsidiar um futuro levantamento hidrográfico para a retomada da navegação plena naquela região.

Por fim, no período de 4 a 29 de novembro, em apoio ao Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino (CIAARA), o navio serviu de base operacional e logística para o LHFC. Por oportunidade, de forma a complementar as atividades de formação, realizou: sondagens, medições de velocidade do som, estações oceanográficas e coletas de amostras geológicas nas proximidades da Ilha de São Sebastião. Dessa forma, apoiou a formação dos futuros hidrógrafos do CAHO e do C-Ap HN.



Lançamento de Box-Corer durante a COGES I/2024 – MEQ

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “TAURUS”



NHo “Taurus”

No período de 20 de fevereiro a 18 de abril, o NHo “Taurus” realizou o LH ÁREA MARÍTIMA II – PROXIMIDADES DO PORTO DE CABEDELLO, para aquisição de dados batimétricos visando a elaboração das cartas náuticas (CN) 820 – Proximidades do Porto de Cabedelo, PB e 821 – Porto de Cabedelo (PB), conforme o Projeto Área Marítima I do PTHidro-2024-2027.

A operação incluiu a coleta de dados batimétricos utilizando ecobatímetros multifeixe EM-710 e monofeixe EA-400 na área de aproximação do Porto de Cabedelo, PB. Ao longo de 44 dias de navegação, percorrendo cerca de 5.664 milhas náuticas, foram sondados aproximadamente 100 km². Além disso, foram realizadas tarefas geodésicas com rastreios estáticos, levantamentos

topográficos por nivelamento geométrico, recolhimento de dados maregráficos com reocupação do marégrafo, e coleta de amostras do fundo marinho para estudos oceanográficos.



Lançamento de marégrafo de pressão



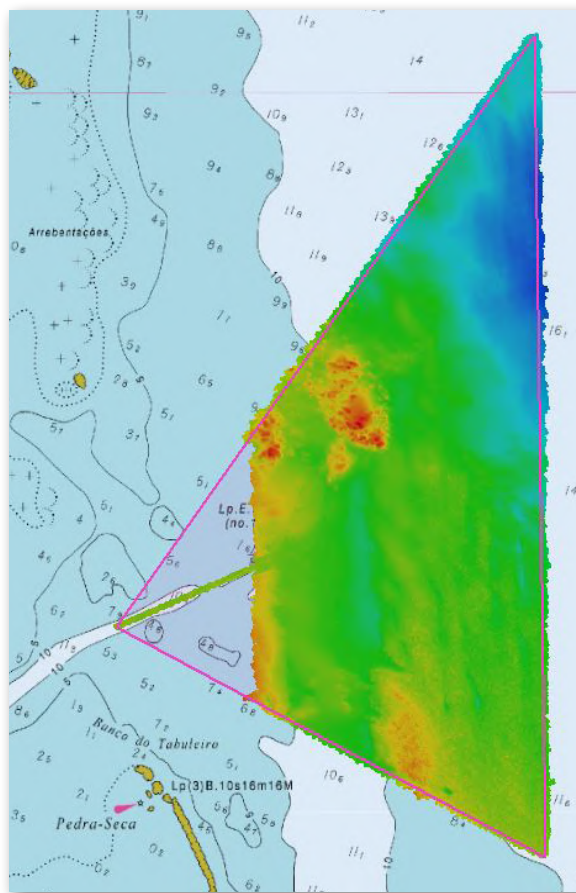
O Sonar de Varredura Lateral Klein 5000v2 foi empregado ao longo do ano para o imageamento do fundo marinho, tendo como principais missões a SOUTHERN SEAS e ESPADARTE. Na comissão SOUTHERN SEAS, o imageamento abrangeu o fundo do canal de entrada da Baía de Guanabara, com o objetivo de assegurar o trânsito seguro dos navios da Marinha norte-americana, tendo como capitânia o porta-aviões USS George Washington, da classe Nimitz. Já na comissão ESPADARTE, o imageamento foi realizado no canal secundário da Baía de Sepetiba, visando garantir a navegação segura do submarino americano USS Hampton, classe

Los Angeles, até a Base de Submarinos da Ilha da Madeira (BSIM).

Ademais, foi realizado o LH no canal de acesso ao Complexo Naval de Itaguaí (CNI) entre os dias 23 e 30 de outubro, com o objetivo de adquirir dados batimétricos da área, incluindo o canal de acesso, a bacia de manobras e as zonas não aterradas próximas à Base de Submarinos da Ilha da Madeira (BSIM). A operação contou com o uso de um flexboat modelo SR-500, equipado com o ecobatímetro monofeixe EA-440 e acessório de posicionamento diferencial. Ao todo, a atividade abrangeu dois dias de trabalho, com um total de 0,7 km² de área sondada.



Coleta de Amostra Geológica do Fundo Marítimo



Superfície Batimétrica da Área Multifeixe do LH Área Marítima II – Proximidades do Porto de Cabedelo

A última atividade do ano foi o LH SUL, no qual foram realizadas a sondagem batimétrica com ecobatímetro monofeixe EA-400 e o imageamento com sonar de varredura lateral Klein 5000v2, simultaneamente, ao longo do canal de navegação da Lagoa dos Patos. O

levantamento ocorreu entre os dias 5 de novembro e 10 de dezembro, com o objetivo de avaliar as condições de navegabilidade ao longo do trajeto, desde a cidade de Rio Grande até Porto Alegre. Esta foi a primeira vez que o NHo “Taurus” navegou no interior da Lagoa dos Patos.



Lançamento do “Peixe” do Sonar de Varredura Lateral Klein 5000v2



AVISO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “ASPIRANTE MOURA”



AvPqHo “Aspirante Moura”

Durante o ano de 2024, o AvPqHo “Aspirante Moura” contribuiu para a consecução de demandas de diversas Organizações Militares, servindo como plataforma de pesquisa de dados ambientais, de instrução e de apoio logístico, em cumprimento à sua missão.

O navio realizou dois levantamentos hidrográficos (LH) fora de sede: o LH Madre de Deus e Itaparica, na Baía de Todos os Santos, Salvador (BA); e o LHFC 2024, nas proximidades de Ilhabela (SP).

O primeiro ocorreu entre 14 de setembro e 24 de outubro, sendo realizado nas proximidades do Terminal de Madre de Deus (TEMADRE) e no Canal de Itaparica,

junto à raia magnética de navios, em atendimento ao PTHidro-2024-2027, da DHN. O levantamento dividiu-se em três áreas de sondagem, as quais foram cumpridas por sondagem em lancha monofeixe tipo flexboat, em razão das rasas profundidades. Ao todo, a área sondada foi de 3,75 km². Foram visitados os portos da Base Naval de Aratu, Salvador (BA) e Vitória (ES); visitou-se também o Radiofarol de Abrolhos e o Farol de Macaé, ambos durante a travessia de regresso.

O LHFC 2024 foi uma das comissões de APOINST do CIAARA realizadas pelo navio. O levantamento ocorreu junto à porção sul do Canal de São Sebastião, no



AvPqHo “Aspirante Moura” em visita ao Radiofarol de Abrolhos

período de 4 a 26 de novembro. Foram conduzidas a bordo práticas de utilização de Sonar de Varredura Lateral e de sondagem monofeixe para o CAHO e C-Ap-HN, a fim de atualizar o Roteiro Costa Sul e as CN 1640, 1643 e 1644. Durante o levantamento, a área total sondada foi de 23,48 km². Foram visitados os portos de Santos (SP) e São Sebastião (SP).

Ainda no que tange às atividades de instrução, o AvPqHo “Aspirante Moura” realizou outras três comissões, APOINST I, APOINST VI e APOINST VII, servindo de plataforma para atividades práticas de Navegação, Oceanografia, Geologia e Hidrografia para os cursos regulares e expeditos do CIAARA.

Em acréscimo, o navio prestou apoio ao IEAPM, por ocasião da realização das comissões Ressurgência VIII e Ressurgência IX, com a aquisição de dados oceanográficos e acústicos a partir do lançamento de CTD, redes de plâncton, amostrador geológico de sedimentos, ADCP, fontes acústicas e hidrofones, no interior da enseada de Arraial

do Cabo e no entorno da Ilha do Cabo Frio. Dessa forma, tais operações contribuíram para a realização de estudos relacionados à Oceanografia Física, Química, Biológica e Acústica em regiões estratégicas para a Marinha do Brasil, os quais subsidiarão o aprimoramento do “Sistema Tático de Dados de Fatores Ambientais” (SFTA) e do “Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais” (SISPRES), além de contribuir para o enriquecimento do BNDO.

O AvPqHo “Aspirante Moura” também realizou a soltura de dezenove Pinguins-de-Magalhães resgatados no litoral da região sudeste, mais especificamente na Região dos Lagos. Os animais foram recolhidos pelo Projeto de Monitoramento de Praias (PMP-BC/ES), da Petrobras. O navio prestou apoio ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e à ONG Instituto BW, realizando a reabilitação dos pinguins até que estivessem preparados para reintrodução ao ambiente marinho. Os pinguins foram



soltos a uma distância aproximada de 42 milhas náuticas da costa, em ponto de coordenadas monitoradas pelo INPE, de modo a encontrar a Corrente do Brasil e seguir fluxo migratório de retorno ao seu hábitat natural, na Patagônia argentina e chilena. Foi a primeira vez que o Governo do Estado do Rio de Janeiro, por meio do INEA, atuou no sentido de realizar a soltura dessa espécie. A parceria com a Marinha do Brasil mostrou-se fundamental para o sucesso da operação.

No que concerne à sinalização náutica, o navio promoveu três comissões em apoio ao CAMR, realizando reabastecimentos de óleo diesel marítimo no Radiofarol Rasa e manutenções programadas em faróis, faroletes e sinais cegos de auxílio à navegação nas Ilhas Cagarras, na Baía de Sepetiba e na Baía da Ilha Grande, contribuindo, assim, para a manutenção da operacionalidade destes sinais e, por conseguinte, para a segurança da navegação nas respectivas áreas.



Apoio ao INEA



Prática de Oceanografia durante APOINST

CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO NORTE (CHN-4)



Meios subordinados ao CHN-4

Os meios subordinados ao Centro de Hidrografia e Navegação do Norte (CHN-4) cumpriram todas as comissões previstas no PTHidro-2024-2027. Ao longo do ano, foram percorridas aproximadamente 20 mil milhas náuticas, com cerca de 3.600 km² de área sondada.

O CHN-4 publicou as novas edições das CN nº 4018 – De Prainha a Monte Alegre, nº 4019 – De Monte Alegre a Ilha de Ituqui, nº 4011 – De Macapá a Ilha Salvador, e atualizou 17 cartas por meio de 75

partes de bacalhaus. Os trabalhos também incluíram 32 inspeções realizadas, sendo restabelecidos/manutenidos 15 sinais fixos e 17 sinais flutuantes.

Participaram dos levantamentos e manutenção dos Auxílios à Navegação o Navio Hidroceanográfico (NHo) “Garnier Sampaio”, o Navio Hidrográfico Balizador (NHIB) “Tenente Castelo”, os Avisos Hidroceanográficos Fluviais (AvHoFlu) “Rio Tocantins” e “Rio Xingu”, além dos Avisos Balizadores (AvB) “Denébola” e “Vega”.



NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “GARNIER SAMPAIO”

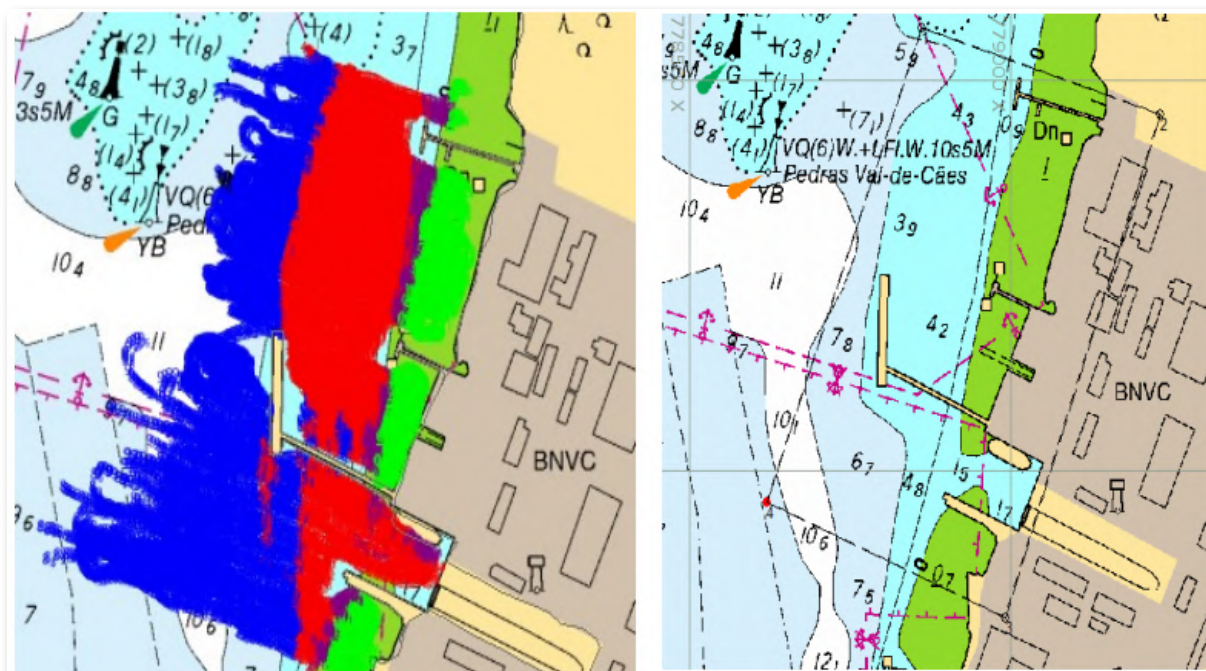


NHo "Garnier Sampaio"

Levantamento Hidrográfico na Baía de São Marcos (MA)

NHo “Garnier Sampaio” realizou, entre os dias 12 e 17 de julho, o LH nas

áreas de carreira da Base Naval de Val de Cães (BNVC).

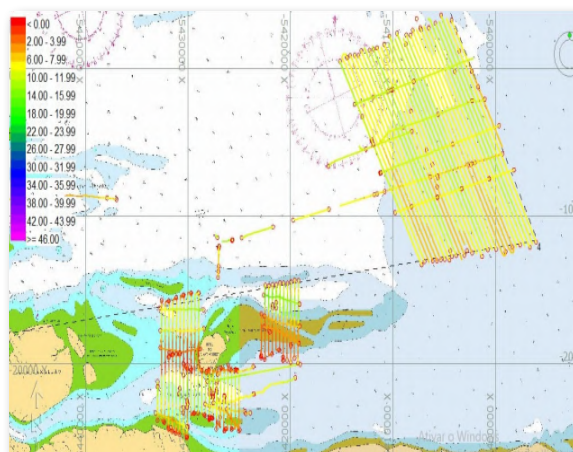


Sondagem Carta 221 com Folha de Bordo sobreposta

Levantamento Hidrográfico na Barra Sul do Rio Amazonas

O NHO “Garnier Sampaio” realizou, entre os dias 15 e 31 de agosto, LH na Barra Sul do Rio Amazonas.

O levantamento coletou dados importantes a fim de atualizar as CN 221, 222 e 21300 e confeccionar as novas CN 4111, 4112, 4113, previstas no III Plano Cartográfico Náutico Brasileiro (III PCNB), e contribuir para a segurança da navegação, a salvaguarda da vida humana no mar e a prevenção da poluição hídrica.



Sondagem na Barra Sul do Rio Amazonas



Levantamento de Boia ODAS na Barra Norte do Rio Amazonas

No dia 1º de julho, o NHo “Garnier Sampaio” realizou o lançamento de uma boia de Sistema de Aquisição de Dados Oceânicos (ODAS) na Barra Norte do Rio Amazonas.

O lançamento desta boia é uma iniciativa da Cooperativa de Apoio Logístico aos Práticos da ZP1 (UNIPILOT), em conformidade ao compromisso assumido no Protocolo de Intenções, entre o Comando do 4º Distrito Naval (Com4ºDN) e a UNIPILOT (Cooperativa de Apoio e Logística aos Práticos), cujo o objetivo é a implantação e operação de sistemas para a determinação

de folga dinâmica abaixo da quilha com consequente definição do calado máximo operacional para a navegação na Barra Norte do Rio Amazonas.

Tais dados poderão ser empregados na continuidade dos Testes de Navegação na Barra Norte do Rio Amazonas, previstos na Portaria nº 7/2022 do Com4ºDN, por intermédio da observação *in situ* das condições maregráficas e ambientais no decorrer das travessias, incrementando a confiabilidade das janelas de maré e, por conseguinte, a segurança da navegação.



Lançamento da boia ODAS

NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR “TENENTE CASTELO”

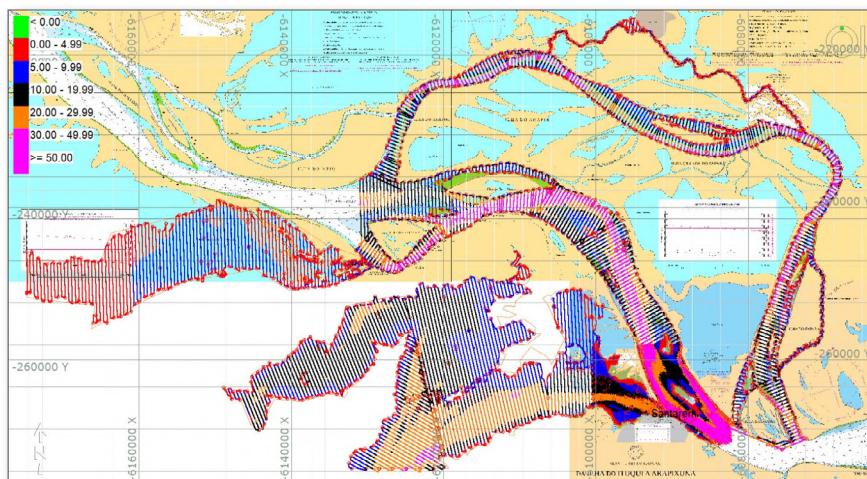


NHiB “Tenente Castelo”

Levantamentos Hidrográficos

O NHiB “Tenente Castelo”, subordinado ao CHN-4, efetuou os seguintes LHs em 2024:

- entre os dias 18 de abril e 27 de julho, LH no Rio Amazonas;
- entre os dias 11 de abril e 28 de novembro, LH Baía de São Marcos (MA).



Área total sondada na comissão



AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL "RIO XINGU"



AvHoFlu "Rio Xingu"

Levantamentos Hidrográficos

O AvHoFlu "Rio Xingu", subordinado ao CHN-4, efetuou os seguintes levantamentos hidrográficos em 2024:

- entre os dias 19 e 20 de março, LH monofeixe no Porto de Belém (PA) (Canal do Tutoca) em apoio à visita do Presidente da República;

- entre os dias 25 de março e 13 de abril, levantamento hidrográfico monofeixe na Baía do Guajará, a fim de contribuir para o projeto de pré-dragagem da Poligonal do Porto Organizado de Belém visando à 30ª

Conferência da ONU sobre mudanças Climáticas (COP30);

- entre os dias 21 de março e 23 de maio, LH entre Patacho e Santarém, a fim de atualizar as CN 4021, 4020, 4020A e confeccionar a nova CN 4541, no III PCNB, incluindo os acessos do Lago Grande do Curuaí e ao Rio Arapiuns;

- entre os dias 1º a 24 de julho, levantamento hidrográfico entre as Ilhas Caldeirão e a Ilha de Santa Rita, no Paraná Cachoeiri até a Confluência com o Rio Trombetas e na Cidade de Juruti.

AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL "RIO TOCANTINS"



AvHoFlu "Rio Tocantins"

Levantamentos Hidrográficos

O AvHoFlu "Rio Tocantins", subordinado ao CHN-4, efetuou os seguintes LHs em 2024:

- entre os dias 15 de fevereiro e 14 de março, LH monofeixe entre a Ilha Mangabal e a foz do Rio Jari, a fim de confeccionar as novas CN 4001A e 4001B, previstas no III PCNB;

- entre os dias 2 e 29 de maio, LH monofeixe na Barra Norte e Barra Sul do Rio

Amazonas a fim de atualizar as CN 221, 222 e 21300 e confeccionar as novas CN 4111, 4112 e 4113 previstas no III PCNB;

- entre os dias 1º de junho e 5 de julho, LH monofeixe entre as Ilhas Caldeirão e a Ilha Santa Rita; e

- entre os dias 14 e 31 de outubro, LH monofeixe entre o Patacho e a Ilha de Santa Rita a fim de atualizar as CN 4022 e 4023.



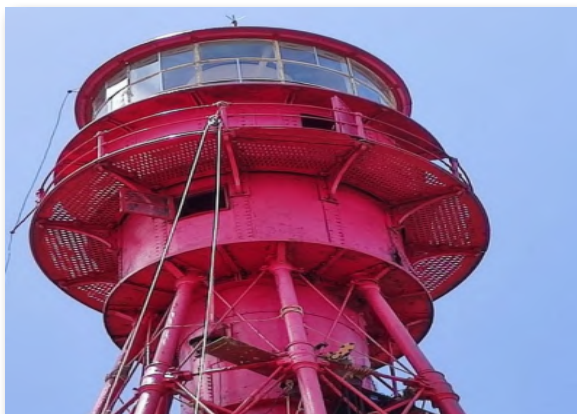
AVISO BALIZADOR “DENÉBOLA”



AvB “Denébola”

Apoio Unidade Básica de Saúde Fluvial (UBSF) “Mestre Quintino”

O AvB “Denébola”, em apoio ao traslado da UBSF “Mestre Quintino” de Araguañins (MA) até Belém (PA) realizou LH operativo nos Rios Tocantins e Araguaia em áreas pertencentes às CN 4636 e 4365, bem como em Áreas Não Levantadas (ANL) entre as cidades de Tucuruí (PA) e Araguañins (TO).



Estruturas sendo reabastecidas

Manutenção no Farol Salinópolis

No período de 22 de março a 11 de abril, o CHN-4 realizou a manutenção do farol de Salinópolis. A manutenção se deu com a substituição parcial da estrutura. Estes feitos contribuíram para o incremento da segurança da navegação no litoral paraense.



Reconstrução do Farol Caeté

Manutenção no Farol Algodoal e Farol Caeté

No período de 17 a 27 de abril de 2024, o CHN-4 realizou a manutenção estrutural e a pintura no Farol Algodoal e Farol Caeté. Estes feitos contribuíram para a segurança da navegação e a salvaguarda da vida humana no mar.

CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO OESTE (CHN-6)

AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL “CARAVELAS”



AvHoFlu "Caravelas" navegando no Rio Paraguai

Levantamento Hidrográfico – Cáceres

Durante o período de 24 de janeiro a 8 de março, o Aviso Hidroceanoográfico Fluvial “Caravelas” realizou o LH Cáceres, na região do Tramo Norte do Rio Paraguai, compreendido entre Ladário (MS) e Cáceres (MT), e no Rio Cuiabá, entre a sua foz e Porto Jofre (MT). Os dados adquiridos serviram

como subsídios para a atualização cartográfica de 22 Cartas Náuticas no Rio Paraguai e 20 croquis de navegação no Rio Cuiabá, totalizando 80,6 km² de área sondada. Além das sondagens, foram realizados trabalhos topogeodésicos e inspeção do balizamento da hidrovia durante a navegação.



Sondope 2024

No período de 30 de abril a 22 de junho, o AvHoFlu “Caravelas” realizou a Comissão hidrográfica SONDOPE 2024, fruto de um acordo bilateral entre os governos do Brasil e do Paraguai. Em águas nacionais e estrangeiras, entre as cidades

de Porto Murtinho (MS) e Assunção (PAR), foram coletados dados geoespaciais para a atualização/construção de oito documentos náuticos, totalizando 121,6 km² de área sondada.



Folha de Bordo produzida durante o LH SONDOPE

Além de contribuir para a segurança da navegação e salvaguarda da vida humana, a SONDOPE promove o estreitamento de laços e integração com o país vizinho. Ademais, durante o período em que esteve atracado em Assunção, o AvHoFlu “Caravelas” recebeu a visita de autoridades da Armada Paraguaia e dos alunos da Escola Brasil, os quais puderam observar de perto a importante missão desempenhada pelo navio.



Visita dos alunos da Escola Brasil ao AvHoFlu “Caravelas” durante a estadia no Porto de Assunção-PAR

Levantamento Hidrográfico Murtinho

Em cumprimento ao PTHidro-2024-2027, durante os meses de agosto e setembro, o AvHoFlu “Caravelas” realizou o LH Murtinho. Após 26 dias de comissão, foram coletados dados geoespaciais no trecho entre Ladário (MS) e Porto Murtinho (MS), que subsidiaram

a atualização cartográfica de dez cartas náuticas, totalizando 107,6 km² de área sondada. Adicionalmente, foi realizada a inspeção dos sinais náuticos da hidrovia, a fim de contribuir para segurança da navegação na área de jurisdição do Comando do 6º Distrito Naval.



Lancha Hidrográfica “Hotel” realizando coleta de dados hidrográficos



Entrega das Cartas Náuticas à Armada Paraguaia

No dia 3 de setembro, o Comandante da Marinha do Brasil, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, realizou a entrega das 34 CN, que correspondem aos 542 km do trecho de soberania exclusivamente paraguaia da hidrovia, ao Comandante da Armada do Paraguai (ARPAR), Vice-Almirante Lucio Benítez Escalante.

Os documentos náuticos são atualizados pela Marinha do Brasil durante as comissões SONDOPE, fruto de um acordo bilateral entre Brasil e Paraguai, reafirmando o comprometimento da MB com a segurança da navegação na Hidrovia Paraguai-Paraná e a disposição em continuar colaborando com o país vizinho.



Entrega da carta náutica ao Comandante da Armada Paraguaia

Manutenção ISO 9001:2015

Em 13 de novembro, o CHN-6 recebeu sua segunda recomendação de manutenção do certificado ISO 9001:2015, após auditoria do Organismo Nacional de Certificação (ONC). Ressalta-se que, ao término da avaliação, não foram constatadas inconformidades no Sistema de Gestão da Qualidade deste Centro.

O sucesso alcançado, fruto da excelência operacional e da qualidade de gestão, se deve ao aprimoramento dos processos de análise de dados hidrográficos e geração de elementos que fornecem subsídios para construção e atualização de CN.



Selo de certificação ISO 9001:2015 concedido pela Empresa "Organismo Nacional de Certificação"



CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO NOROESTE (CHN-9)

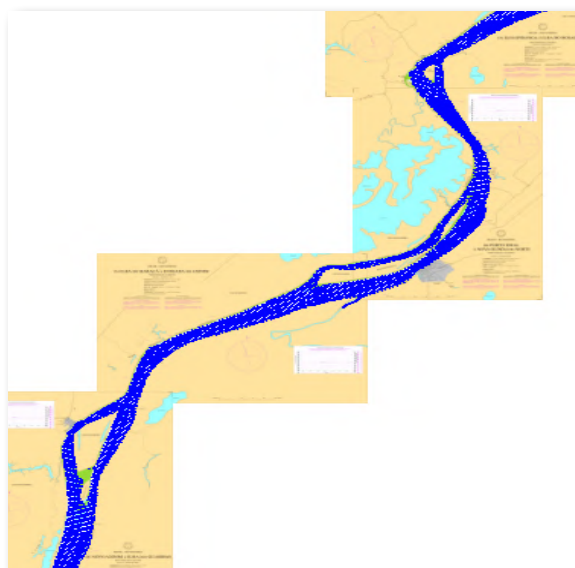
NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL "RIO BRANCO"



NHOFlu "Rio Branco"

LH MADEIRA I

Nos períodos de 19 de fevereiro a 8 de março e 27 de maio a 21 de junho, foi realizada a comissão LH MADEIRA I, por meio de sondagem monofeixe no Rio Madeira, no trecho compreendido entre a Ilha Ipiranga-AM (milhagem 19) e a Ilha das Guaribas-AM (milhagem 75). O propósito desse LH foi produzir subsídios para a atualização das CN nº 4713, 4714, 4715 e 4716, tendo sido computados 185,36 km² de área sondada, no transcurso de 49 dias de mar.



LH MADEIRA I

LH PASSAGEM DO TABOCAL E FOZ DO RIO MADEIRA

Nos períodos de 24 de março a 8 de abril e 15 de abril a 4 de maio, foi realizada a comissão LH PASSAGEM DO TABOCAL E FOZ DO RIO MADEIRA, trechos estes considerados críticos à navegação no Rio Amazonas.

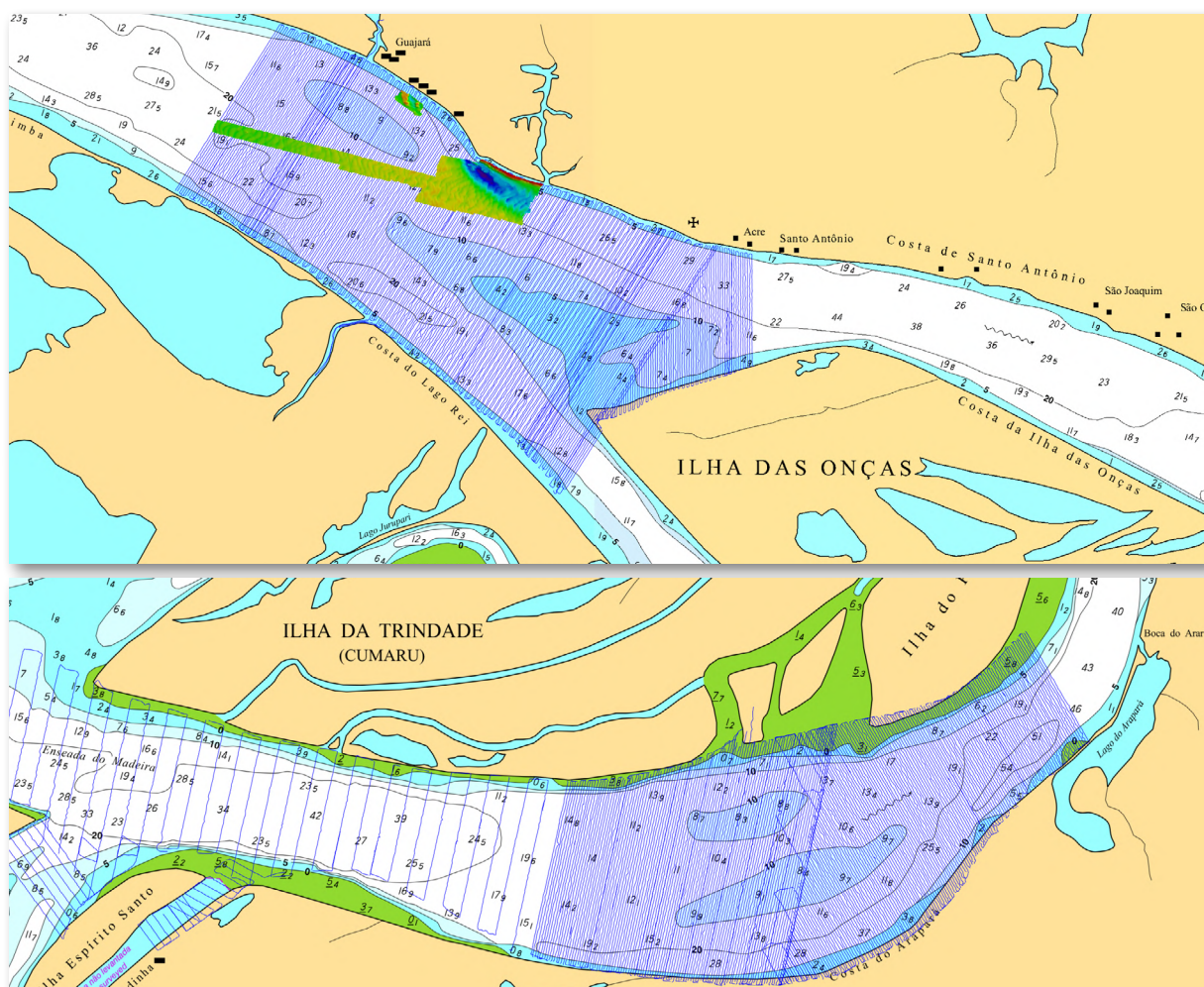
Na passagem do “Tabocal”, entre as milhagens 18 e 25, foi realizada sondagem multifeixe no canal de navegação e em pedras situadas próximas à margem esquerda. No restante da área, foi realizada sondagem monofeixe.

Já na Enseada do Madeira, área do Rio Amazonas situada nas proximidades da foz do Rio Madeira, foi

realizada sondagem monofeixe entre as milhagens 74 e 85.

Tal comissão foi essencial para definição do canal de navegação nesses trechos críticos em virtude da seca severa que seria observada meses depois, que impôs diversas dificuldades logísticas para o abastecimento e escoamento de produtos da cidade de Manaus (AM).

Adicionalmente, os dados coletados foram utilizados para produção de subsídios em prol da atualização das CN nº 4030, 4031 e 4032, tendo sido computados 108,3 km² de área sondada, no transcurso de 36 dias de mar.



LH Passagem do Tabocal e foz do rio Madeira



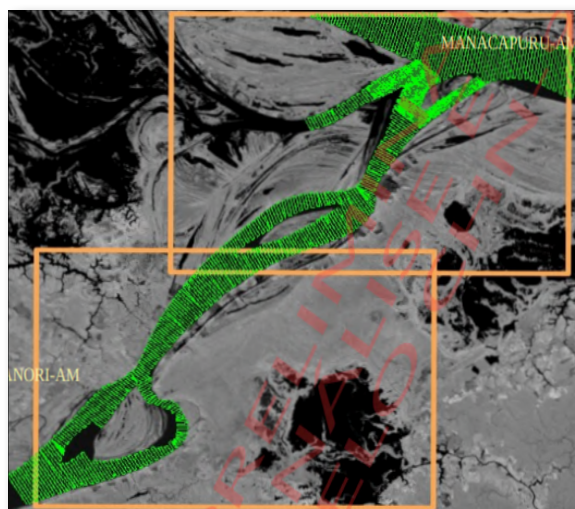
AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL "RIO SOLIMÕES"



AvHoFlu "Rio Solimões"

LH MADEIRA III

No período de 21 de fevereiro a 21 de março, foi realizado LH monofeixe na calha do rio Madeira, a fim de atualizar as cartas 4711 e 4712, em cumprimento ao PTHidro e III PCNB. Nesta comissão, foram adquiridos dados de 24 milhas náuticas da calha principal do rio, totalizando uma área de 137,03 km² sondados, perfazendo 30 dias de mar.



LH MADEIRA III

LH TRECHOS CRÍTICOS MADEIRA

No período de 3 de julho a 20 de setembro, durante a seca histórica do Rio Madeira, foi realizado LH monofeixe em trechos específicos do referido rio, das proximidades da Ilha do Capitari (AM) até o município de Porto Velho (RO). Nesta comissão, foram adquiridos dados de 180,25 milhas náuticas da calha principal do rio, totalizando uma área de 651,62 km² sondados, perfazendo 80 dias de mar.



LH Trechos críticos do rio Madeira

FAROLEX MANACAPURU

No período de 22 de outubro a 1º de novembro, foi realizada manutenção do farolete Manacapuru, NRORD 469, no município de Manacapuru (AM), a fim de manter o Índice de Eficácia dos auxílios à navegação sob responsabilidade da Marinha do Brasil, na área do Comando do 9º Distrito Naval.



Manutenção de auxílio à navegação



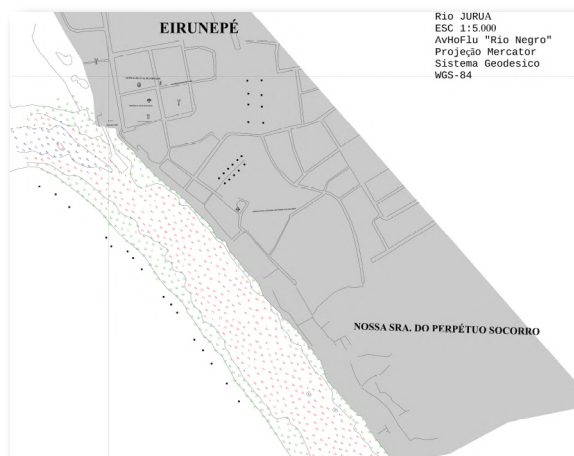
AVISO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL "RIO NEGRO"



AvHoFlu "Rio Negro"

APOIO DNIT I / SONDAGEM OPERATIVA JURUÁ E TARAUCÁ

No período de 29 de janeiro a 25 de abril, foram realizados LHs, em apoio ao DNIT, para instalação de cais tipo IP4 nas cidades de Eirunepé (AM) e Envira (AM). Adicionalmente, ocorreram Sondagens Operativas nos Rios Juruá (entre a foz e a cidade de Eiruneipé (AM) e Taraucá (entre a foz e a cidade de Envira, AM), e a confecção de roteiro e produtos em auxílio à navegação e à tomada de decisão. Nesta comissão, o navio percorreu um total de 2.913,8 milhas náuticas navegadas, perfazendo 88 dias de mar.



Apoio DNIT I / Sondagem operativa JURUÁ e TARAUCÁ

SONDOP RIO BRANCO I/ APOIO À OPERAÇÃO CATRIMANI

No período de 1º a 20 de junho, foram realizadas Sondagens Operativas nos rios Branco (entre a foz e a cidade de Caracaraí (RR) e Catrimani (entre a foz e a milhagem 107), em apoio à Operação CATRIMANI II, para a confecção de produtos em auxílio à navegação e à tomada de decisão. O AvHoFlu “Rio Negro” foi o primeiro navio da Marinha do Brasil a navegar dentro da Terra Indígena Yanomami (TIY). Estreito, sinuoso e com diversos pedrais, o Rio Catrimani adentra na TIY, conectando a região ao Rio Branco, e abriga diversas comunidades indígenas. Nesta comissão, o navio percorreu um total de 1.110 milhas náuticas navegadas, perfazendo 20 dias de mar.



SONDOP Rio Branco



Apoio à Operação CATRIMANI

OPERAÇÃO ÁGATA 2024

No período de 14 a 27 de agosto, foram realizadas inéditas Sondagens Operativas nos Rios Urubaxi, Cuiuni e Unini, a fim de contribuir para a intensificação da presença do Estado na Área de Operação com a máxima interação das Forças, objetivando a redução de crimes transfronteiriços e ambientais e a proteção da população indígena e ribeirinha. Nesta comissão, o navio percorreu um total de 1.012 milhas náuticas navegadas, perfazendo 13 dias de mar.



Operação ÁGATA 2024



LH SOLIMÕES II E TRECHOS CRÍTICOS

No período de 4 de setembro a 6 de dezembro, foram realizados Levantamentos Hidrográficos no Rio Solimões, para aquisição de dados batimétricos e atualização das Cartas 4066, 4067, 4068 e 4069; LH em um trecho crítico especificado na carta 4065, nas proximidades da Ilha Guarida; e sondagens com um estreito espaçamento entre linhas

nas proximidades de Coari (AM), visando à passagem de navios mercantes gaseiros da TRANSPETRO, a fim de escoar a produção de petróleo e gás do Terminal de Urucu durante a extrema seca de 2024. Nesta comissão, o navio sondou uma área de 628,37 km², perfazendo 92 dias de mar e 3.377,15 milhas náuticas navegadas.



LH SOLIMÕES II E TRECHOS CRÍTICOS

SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO LESTE (SSN-2)

NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR “TENENTE BOANERGES”



Navio Hidrográfico Balizador Tenente Boanerges

Em 2024, o NHiB “Tenente Boanerges” desempenhou diversas atividades fundamentais para a manutenção da segurança do tráfego aquaviário. As ações realizadas ao longo do ano focaram, principalmente, em aspectos ligados à sinalização náutica.

Entre as principais atividades, destacam-se o apoio logístico prestado à guarnição do Radiofarol Abrolhos, assegurando a continuidade da comunicação e orientação aos navegantes; adestramentos com o emprego do Sonar de Varredura Lateral, visando o imageamento do leito marinho e detecção de alvos submersos, em apoio às atividades de Contramedidas

de Minagem; bem como a manutenção e pintura de faróis e faroletes, inspeções noturnas dos auxílios à navegação e rodízios de boias, práticas essenciais para a conservação de sinais náuticos em pontos estratégicos, que permitem manter elevado o Índice de Eficácia da sinalização náutica no âmbito do Comando do 2º Distrito Naval (Com2ºDN).

Ademais, perfazendo um total de 4.792 milhas náuticas e 72,5 dias de mar, o “Águia do Leste” reforçou o compromisso da Marinha do Brasil com a melhoria contínua da infraestrutura marítima, garantindo a segurança do tráfego aquaviário e a salvaguarda da vida humana no mar.



Militares envolvidos na tarefa de manutenção do Farol de Coroa Vermelha



NHiB “Tenente Boanerges” fundeado no Arquipélago de Abrolhos



Preparação para lançamento de boia

SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO Náutica DO NORDESTE (SSN-3)

NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR “COMANDANTE MANHÃES”



NHiB “Comandante Manhães”

O NHiB “Comandante Manhães” tem a missão de apoiar as tarefas de implementação, operação, manutenção, instalação ou desativação e fiscalização de sinais de auxílio à navegação de responsabilidade do SSN-3, a fim de contribuir para a segurança da

navegação na área do Comando do 3º Distrito Naval. Além dessas funções relacionadas aos auxílios à navegação, o navio ainda presta apoio às atividades de pesquisa e logística na Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ECASPSP).



Navio amarrado à nova boia

Entre os dias 19 e 26 de agosto, o navio realizou uma comissão em apoio à Estação Científica do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ECASPSP), durante a qual executou o lançamento da boia de amarração e os serviços de tratamento e pintura do Farol ASPSP.

A boia de amarração no Arquipélago de São Pedro e São Paulo é vital para garantir a segurança das embarcações, proteger o meio ambiente e apoiar a pesquisa científica na região.



Lançamento da boia Ituba



Pintura realizada no Farol Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Farol Arquipélago de São Pedro e São Paulo é fundamental para a segurança da navegação em uma área remota e de difícil acesso. Além de seu papel crucial na orientação das embarcações, o farol contribui para a preservação do meio ambiente marinho, facilitando a pesquisa científica e protegendo a biodiversidade local. Também representa um importante marco histórico, simbolizando a presença e soberania do Brasil no Atlântico, sendo uma infraestrutura vital para a segurança e conservação da região.



Tratamento e pintura do Farol Atol das Rocas

Entre 18 de novembro e 1º de dezembro, foram realizados os serviços de tratamento e pintura, além de uma ação de presença no Farol do Atol das Rocas, inspeção e manutenção nos Faróis Rata e Fernando de Noronha, coleta de dados da estação maregráfica de Fernando de Noronha e o restabelecimento da boia Ituba.

O Farol Rocas é essencial para a segurança marítima na região, prevenindo acidentes e orientando a navegação. Além disso, desempenha um papel fundamental na proteção ambiental e na pesquisa científica, contribuindo para a conservação de um dos ecossistemas marinhos mais ricos do país.

A boia Ituba é de grande importância para a segurança da navegação, a proteção do meio ambiente marinho e o fomento a atividades econômicas sustentáveis, como o turismo e a pesca. Ela também apoia a pesquisa científica e a preservação de

ecossistemas frágeis, contribuindo para a conservação e o uso responsável dos recursos naturais do local.

No período entre 26 e 28 de dezembro de 2024, a bordo do NHiB “Comandante Manhães”, no Terminal Termisa, nas proximidades da cidade de Areia Branca (RN), foi realizado o lançamento da boia com sistema anemométrico-meteocenográfico para medição de potencial eólico *offshore* e variáveis oceânicas do SENAI (RN).

A parceria entre a Marinha do Brasil, por meio deste Serviço de Sinalização, e o SENAI (RN) destacou-se pela transferência de conhecimento e pela criação de redes de contatos duradouros, principalmente no âmbito das ciências marinhas. Além disso, teve um impacto significativo no avanço da pesquisa e desenvolvimento, bem como no apoio à indústria de energia eólica, trazendo benefícios para a região.



Montagem dispositivo para lançamento da boia



Reboque do dispositivo para o local de lançamento



SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO NÁUTICA DO SUL (SSN-5)

NAVIO HIDROGRÁFICO BALIZADOR "COMANDANTE VARELLA"

Lançamento de boia ondógrafo

Em janeiro, em apoio ao Programa Nacional de Boias (PNBOIA), o navio lançou uma boia ondográfica nas proximidades de Rio Grande (RS), para coleta de dados de monitoramento e previsão do tempo, bem como pesquisa dos fenômenos meteorológicos, oceanográficos e dos regimes climáticos observados no Brasil.

Reestabelecimento dos Farol da Ilha dos Lobos e do Farol das Araras

Em junho, em apoio à Delegacia da Capitania dos Portos em Laguna, o navio realizou o reestabelecimento de dois importantes sinais náuticos do Estado de Santa Catarina: o Farol da Ilha dos Lobos e o Farol da Ilha das Araras, contribuindo para a manutenção da segurança da navegação.

Apoio a Levantamentos Hidrográficos

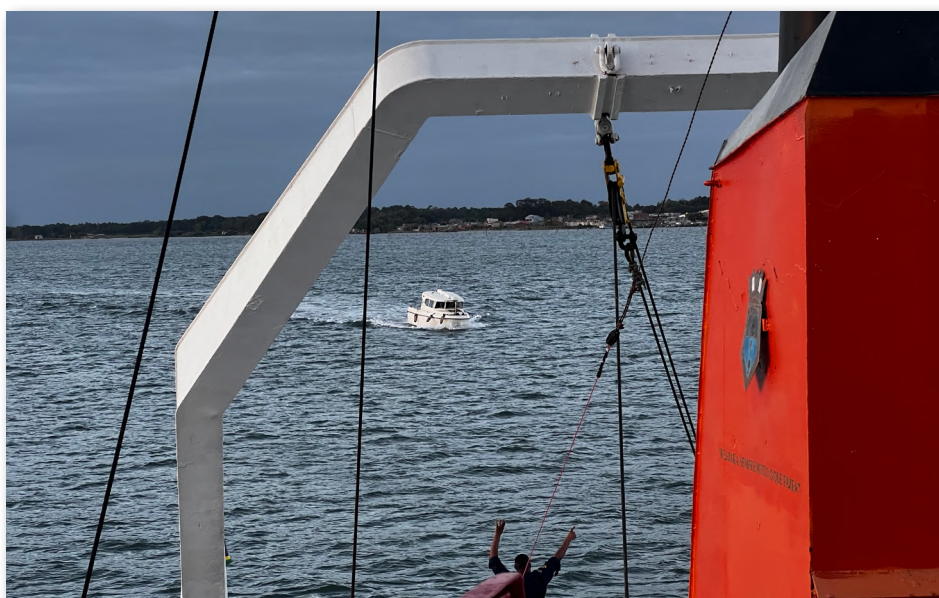
Entre os meses de março e abril, o navio prestou apoio logístico ao LH – Lagoa dos Patos I, que contou com a lancha "Cehili" e com uma LAEP da Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul. Esse levantamento teve por objetivo subsidiar o CHM com dados para atualização das cartas náuticas da Lagoa dos Patos, que teve sua batimetria severamente impactada pelas enchentes ocorridas entre setembro e novembro de 2023.

Entre os meses de agosto e novembro, o NHiB "Comandante Varella" prestou apoio ao NPqHo "Vital de Oliveira", ao NHoF "Almirante Graça Aranha" e ao NHo "Taurus" em suas visitas ao Rio Grande do Sul. Nesse período, foram realizadas atividades de topografia, estabelecimento de estações fluviométricas e sondagens na Lagoa dos Patos.

Inspecção e manutenção do balizamento da Lagoa dos Patos

Ao longo do ano, o NHiB “Comandante Varella” realizou 16 comissões com o objetivo de realizar a inspecção de balizamento na Lagoa dos Patos ao longo do percurso entre Rio Grande (RS) e Porto Alegre (RS).

Tais comissões contribuem para monitorar o assoreamento das hidrovias e o balizamento, tendo em vista os impactos causados pela calamidade pública que assolou o estado do Rio Grande do Sul.



Lancha "Cehili" em atividade conjunta



NHiB "Comandante Varella"



AVISO BALIZADOR “RIGEL”

Apoio ao LH Lagoa dos Patos

Em abril, o AvB “RIGEL” realizou apoio ao LH Lagoa dos Patos I – Canal de São José do Norte ao Canal da Setia, RS e LH Lagoa dos Patos II – Canal de São Gonçalo da Barra a Pelotas, para aquisição de elementos a fim de atualizar cartas náuticas, em cumprimento ao projeto

Área Marítima I do PTHidro-2024-2027. Em proveito, foi realizada a verificação dos auxílios à navegação ao longo da derrota e na área de operações, em contribuição à manutenção e ampliação da rede de balizamento marítimo, fluvial e lacustre.



Apoio ao LH Lagoa dos Patos

Apoio ao Farol de Itapuã da Lagoa

Em outubro, efetuou inspeção nos canais de acesso aos portos de Rio Grande (RS) e Pelotas (RS); canais de acesso à Lagoa dos Patos (RS) e transporte de material e manutenção no Farol Itapuã da Lagoa. Foram verificados os Auxílios à Navegação ao longo da derrota e na área de operações, em contribuição à manutenção e ampliação da rede de balizamento marítimo, fluvial e

lacustre, de responsabilidade do Setor da Diretoria Geral de Navegação (DGN).

Inspeção de balizamento

Em dezembro, apoiou a comissão SINAL, com o objetivo de realizar a inspeção de balizamento da Lagoa dos Patos ao longo do percurso entre Rio Grande (RS) e Tavares (RS). Durante a comissão, foram verificados os Auxílios à Navegação ao longo da derrota.



Inspeção de balizamento



SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO NáUTICA DO SUL-SUDESTE (SSN-8)

NAVIO BALIZADOR “FAROLEIRO MARIO SEIXAS”



NB "Faroleiro Mario Seixas"

NB “FAROLEIRO MARIO SEIXAS” encontra-se em Período de Manutenção Geral (PMG) nas Instalações da Base Naval do Rio de Janeiro com previsão de prontificação em fevereiro de 2025, a fim de possibilitar que o meio alcance um nível satisfatório de segurança para o desempenho de suas atividades.

Durante o ano de 2024, o Serviço de Sinalização Náutica do Sul-Sudeste realizou a manutenção e o reestabelecimento de diversos sinais náuticos, cumprindo assim a missão de promover a segurança da navegação em sua área de atuação. A restauração dos auxílios à navegação elencados abaixo propiciou a este Serviço o status de 100% em seu Índice de Eficácia.

O principal meio utilizado pelo SSN-8 para suas atividades de sinalização náutica, durante o ano de 2024, foi o Aviso Balizador (AvB) “Fomalhaut”. A embarcação

é confiável e versátil, além de possuir boa manobrabilidade e estar apta a atender às diversas demandas relacionadas à Sinalização Náutica na área de Paranaguá (PR).



AvB “Fomalhaut”.



Restauração da Baliza Itacolumins (Antes da manutenção)



Baliza Itacolumins (Auxílio a navegação mantido)



AVISO BALIZADOR FORMALHAUT



Restauração da baliza Itibere Nº2



Restauração da baliza Itibere Nº2



Manutenção da baliza Cotinga Nº5



Baliza Cotinga Nº5 restabelecida



Lançamento da BC Pedra da Baleia



Auxílio à navegação restabelecido- BC Pedra da Baleia

No mês de novembro, o Farol das Conchas, que além de ser um importante sinal náutico também é um relevante ponto

turístico do Estado do Paraná, passou por serviço de tratamento e pintura de sua parte externa.



Vista externa do Farol Conchas antes e após a realização do serviço de tratamento e pintura





VI – ARTIGOS CIENTÍFICOS

A EVOLUÇÃO DO PARADIGMA DO CONSUMO DE DADOS MARINHOS: A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS (IDEM) E OS PADRÕES S-100

Capitão-Tenente Felipe Rodrigues Santana¹
Capitão-Tenente (RM2-T) Fabiana Franco
de Vasconcelos Dias de Sá²
Capitão de Fragata (EN) Christopher
Florentino³
Primeiro-Tenente (RM2-EN) Laís Baroni
Villet⁴

RESUMO

A gestão de dados geoespaciais marinhos enfrenta desafios crescentes devido ao aumento do volume e da diversidade das informações coletadas. As Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos (IDEMs) e o Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100, da OHI, surgem como soluções para padronizar, integrar e disseminar esses dados. Este estudo revisa a literatura técnica da OHI para avaliar a viabilidade da IDEM como plataforma de distribuição dos produtos S-100. Os resultados indicam que essa integração pode em alguns casos melhorar a acessibilidade e a interoperabilidade dos dados, beneficiando a navegação e o Planejamento Espacial Marinho (PEM). No entanto, desafios como a definição de um modelo de negócios, a ampliação da capacidade de armazenamento e a própria governança dos

¹Oficial do Corpo da Armada, Mestre em Ciências Geodésicas, com ênfase em Geodésia e Levantamentos pela UFPR;

²Oficial do Corpo Técnico da Reserva Não Remunerada, Bacharel em Geologia (UFRJ), Mestre em Geologia Regional, com ênfase em mapeamento geológico e geoquímica pela UFRJ;

³Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, Graduado em Engenharia Cartográfica pela UNESP. MBA em Gerenciamento de Projetos pelo IBMEC. Mestre e Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra pelo DOT/UFF; e

⁴Oficial do Corpo Técnico da Reserva Não Remunerada, Bacharel em Geofísica (UFF) e Engenharia Cartográfica (UERJ), Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, com ênfase em Mineração de Dados pelo CEFET/RJ.

dados precisam ser superados. Conclui-se que a convergência entre IDEM e S-100 tem grande potencial para modernizar a gestão de dados marítimos, exigindo decisões estratégicas e planejamento estruturado.

Palavras-chave: Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM); Modelo S-100; Planejamento Espacial Marinho (PEM).

ABSTRACT

The management of marine geospatial data faces increasing challenges due to the growing volume and diversity of collected information. Marine Spatial Data Infrastructures (MSDIs) and the International Hydrographic Organization (IHO)'s S-100 Universal Hydrographic Data Model emerge as solutions to standardize, integrate, and disseminate these data. This study reviews IHO's technical literature to assess the feasibility of using MSDIs as a distribution platform for S-100 products. The results indicate that this integration may enhance data accessibility and interoperability, benefiting navigation and maritime planning. However, challenges such as defining a business model, expanding storage capacity, and data governance must be addressed. It is concluded that the convergence between MSDIs and S-100 has great potential to modernize marine data management, requiring strategic decisions and structured planning.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a crescente demanda por dados geoespaciais marinhos tem sido impulsionada por avanços tecnológicos, pela utilização da navegação digital e pela necessidade de uma gestão eficiente dos oceanos. Neste sentido, a Organização das

Nações Unidas (ONU) estabeleceu a "Década dos Oceanos" (2021-2030) para promover a conscientização sobre a importância dos oceanos. Os seus objetivos incluem, entre outros, gerar conhecimento, estimular a ciência dos oceanos e acelerar seus avanços, apontando assim que a acessibilidade aos dados e informações marinhas desempenha um papel essencial neste processo.

Apesar de o elevado custo de aquisição de dados nesse ambiente, o aumento no volume de informações e dados gerados é evidente, especialmente com a introdução de ferramentas de monitoramento remoto e sensoriamento em tempo real, aliada à digitalização, facilitando a coleta, análise e disseminação de dados. Tradicionalmente, os Serviços Hidrográficos são os principais detentores de dados e informações no ambiente espacial marinho, devido às suas responsabilidades legais para a confecção de produtos com abordagens específicas para uma navegação segura. Ademais, aspectos de segurança no mar têm dependido de uma série de integrações entre novos tipos de produtos e tecnologias, visando a diminuir os riscos que envolvem a navegação.

Além do anseio por integração, fica evidente a ampliação do uso de dados hidrográficos para além da navegação, como o Planejamento Espacial Marinho (PEM), economia azul e respostas a emergências. Desta forma, fica evidente tanto a necessidade da atualização de práticas de gestão de dados e informações, quanto a importância de estabelecer padrões e infraestruturas robustas para o reaproveitamento desses recursos (Ehler & Douvère, 2011).

Ao adaptar dados para geração de determinados produtos, obtém-se por consequência indireta a restrição do seu uso a um público específico de usuários (IHO, 2023a). Para se contrapor a esse fato, é essencial uma transição de abordagem baseada em produtos, como a Carta Náutica ou as publicações de



meteorologia ou oceanografia, para um abordagem centrada em dados e serviços visando atender às demandas diversificadas e dinâmicas dos usuários no ambiente marinho (IHO, 2023b).

Diante desse cenário, a OHI desenvolveu o Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100, como um conjunto de especificações técnicas que visa ampliar a interoperabilidade, a flexibilidade e a reutilização de dados espaciais marinhos (IHO, 2023b). Paralelamente, as Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos (IDEM) surgiram como ferramentas fundamentais para a organização, armazenamento e disseminação de dados geoespaciais marinhos, facilitando o acesso de diversos usuários a informações cruciais para a navegação, gestão ambiental e economia azul (IHO, 2023a).

Passada a longa fase de concepção e implementação das novas especificações S-100, resta-se ainda o questionamento acerca do modelo de negócio que os países seguirão e como será o acesso a esses novos produtos e serviços. Apesar de não ser uma pergunta trivial e que permita diferentes cenários conforme a realidade de cada Estado Membro, as IDEM acompanham as discussões e são por vezes apontadas como uma alternativa para responder aos anseios da comunidade marítima que almeja esses novos serviços (Contarinis et al., 2020).

Este artigo tem como objetivo explorar a relação entre as IDEM e os produtos S-100, avaliando seu potencial de integração e os desafios associados a essa implementação. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura sobre os documentos técnicos da OHI que abordam os padrões S-100 e a estrutura de algumas IDEM. A análise foca nas implicações dessa integração, na viabilidade do uso da IDEM como meio de distribuição de produtos S-100 e nas possíveis estratégias para superar os desafios operacionais e institucionais envolvidos.

O texto está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 explora o papel das Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos (IDEM) como ferramentas essenciais para o gerenciamento, acesso e disseminação padronizada de dados hidrográficos e marinhos, com base no contexto da Década dos Oceanos (2021-2030). Em sequência, a Seção 3 analisa as possibilidades de integração e fortalecimento dos padrões S-100 por meio de uma IDEM, destacando suas vantagens, aplicações e implicações. Também é discutida a interação dos padrões S-100 com o Planejamento Espacial Marinho (PEM). A Seção 4 trata da regulação, da estrutura institucional, da modernização tecnológica e dos desafios relacionados à gestão e interoperabilidade de dados oceanográficos no Brasil. Por fim, a Seção 5 faz as considerações finais desse artigo.

2. AS INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS

As discussões em torno do uso das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) como instrumentos essenciais à boa governança de dados vêm ocorrendo desde o início da década de 90 em diversos países (BRASIL, 2010). As IDE são definidas comumente como um conjunto básico de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso a dados espaciais (Coleman & McLaughlin, 1998; BRASIL, 2010). O Comitê de Peritos das Nações Unidas sobre Gestão Global de Informações Geoespaciais (do inglês, *UN-GGIM*) simplificou sua definição em 2007 em uma “infraestrutura para o compartilhamento e uso de informações geoespaciais”, pois as IDE têm o interesse comum de criar um ambiente em que os diferentes atores possam cooperar e interagir uns com os outros, proporcionando

a tecnologia apropriada para atingir seus objetivos em diferentes níveis, políticos e administrativos (Rajabifard & Williamson, 2003).

Rapidamente os princípios de IDE se expandiram para a sua componente marítima, promovidos ostensivamente pela OHI e pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) e, também, com a colaboração das iniciativas para ampliar a acessibilidade de dados, recursos e pessoas relacionadas ao oceano. Daí surge o conceito de Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos (IDEM), adotando os objetivos particulares da comunidade marítima e seu ambiente. As IDEM podem ser definidas como “conjunto coordenado de tecnologias, políticas, padrões e processos utilizados para coletar, armazenar, gerenciar, compartilhar e disponibilizar dados espaciais relacionados ao ambiente marinho, incluindo informações sobre a geografia do fundo do mar, batimetria, correntes oceânicas, características ambientais e outras variáveis relevantes para a navegação, segurança e gestão sustentável dos oceanos” (IHO, 2023a). Neste sentido, uma IDEM oferece um ambiente estruturado, abrangente e integrado para organizar e compartilhar dados espaciais marinhos para serem utilizados em aplicações multissetoriais, aumentando seu valor e relevância para diversas comunidades de usuários. Dentre as aplicações, destaca-se o Planejamento Espacial Marinho (PEM) e a Economia Azul, que se beneficiam da gestão eficiente de recursos e da sustentabilidade ambiental, além da Resposta a Desastres e Emergências Ambientais, em que os dados geoespaciais são essenciais para a tomada de decisões rápidas durante desastres naturais ou acidentes marítimos (IHO, 2023a).

Para os Serviços Hidrográficos, a adoção dessa iniciativa é um passo estratégico que amplia e fortalece seu papel como Autoridade central fornecedora de informações no ecossistema marinho, promovendo a segurança da navegação e a acessibilidade aos dados e informações coletados neste cenário. Considerando que tradicionalmente os Serviços Hidrográficos vêm atuando de maneira centrada na confecção de produtos aos navegantes, como a Carta Náutica, por exemplo, a transição para uma abordagem centrada em dados é disruptiva para os usuários e essencial para agregar valor ao acervo sob sua responsabilidade (UN-GGIM, 2021).

3. A INTEROPERABILIDADE DOS PRODUTOS S-100 E APLICAÇÃO NO PEM

O modelo S-100 representa a próxima geração de especificações de dados e produtos geoespaciais marítimos, permitindo maior flexibilidade e interoperabilidade em comparação ao atual padrão S-57, adotado pela DHN para a produção de Cartas de Navegação Eletrônica (ENC). Esses padrões S-XXX fazem parte de uma estrutura que se destina tanto ao desenvolvimento de produtos e serviços digitais para comunidades hidrográficas e marítimas, quanto para os usuários de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tal fato deve-se ao alinhamento e à compatibilidade da estrutura com os padrões geoespaciais desenvolvidos pela própria Organização Internacional para Padronização, Comitê Técnico 211. (ISO/TC211) (Florentino et al., 2023).



Produtos como as Cartas de Navegação Eletrônica (ENC), informações sobre marés (S-104), correntes (S-111) e dados ambientais marinhos (S-122) utilizam desse modelo para garantir que os dados sejam interpretáveis, acessíveis e possuam maior facilidade de integração (Figura 1). A estrutura modular da S-100 permite que novos padrões sejam adicionados conforme venham a surgir novas necessidades, fortalecendo a flexibilidade do sistema. Além disso, o uso de linguagens como a Linguagem de Marcação Geoespacial - GML (em tradução livre), desenvolvida pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC), para representar feições e atributos espaciais promove a compatibilidade entre diferentes sistemas,

aumentando a possibilidade de reutilização e integração dos dados (IHO, 2023b).

Todas essas iniciativas estão perfeitamente alinhadas aos princípios FAIR, cuja sigla em inglês significa: *Findable, Accessible, Interoperable, Reusable* (GO FAIR, 2020). Esses princípios, em conjunto, foram popularizados em 2016 e surgiram como uma resposta à crescente necessidade de melhora da forma como os dados científicos são armazenados, compartilhados e reutilizados. Em suma, trata-se de um anseio por transparência que se traduz em boas práticas para garantir que informações essenciais sejam localizadas, acessadas, compartilhadas e reutilizadas por diversos setores.

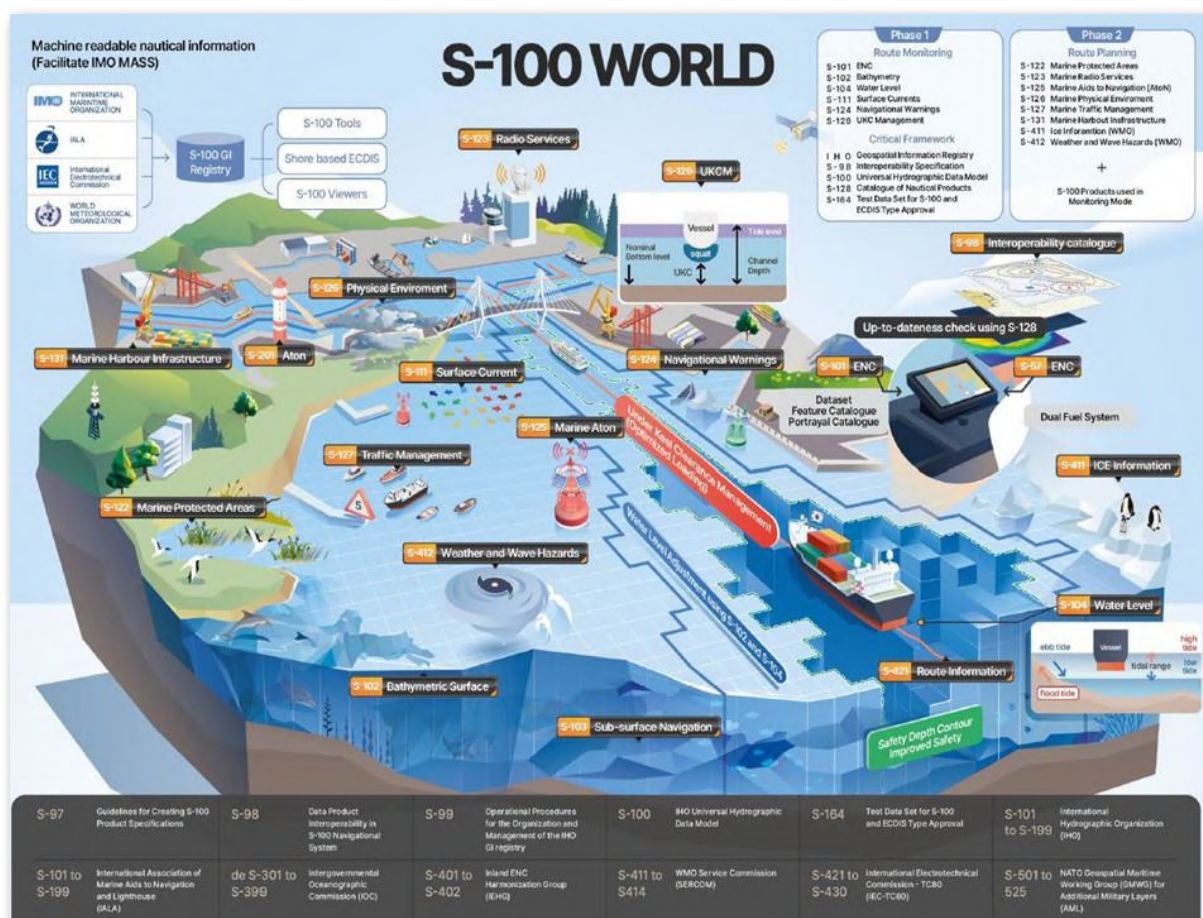


Figura 1- Mundo S-100 e seus produtos.
Fonte: ICSM (2022).

Cabe destacar que existe uma diversidade de organizações que acompanham e atuam na elaboração das especificações dos produtos S-100, como: *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA); *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC); *Inland ENC Harmonization Group* (IEHG); *WMO Services Commission*

(SERCOM); *International Electrotechnical Commission* (IEC); *NATO Geospatial Maritime Working Group* (GMWG) (Florentino et al., 2023). Isso traz maior credibilidade no atendimento de requisitos essenciais aos diferentes públicos e objetivos. Em suma, algumas das especificações de produtos que compreendem a série de especificação S-100 são descritos no Quadro 1:

Quadro 1: Especificações do Modelo S-100.

S-101	Carta de Navegação Eletrônica (ENC)
S-102	Superfície Batimétrica
S-103	Navegação em subsuperfície
S-104	Informação sobre o nível do mar para Navegação em Superfície
S-111	Correntes de Superfície
S-121	Fronteiras e Limites Marítimos
S-122	Áreas Marinhas de Proteção
S-128	Catálogo de Produtos Náuticos
S-98	Especificação de Interoperabilidade

Fonte: IHO Geospatial Information Registry (IHO, 2025).

3.1 APLICAÇÃO DA S-100 PARA PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO (PEM), LEGADO DA INTEGRAÇÃO E ACESSIBILIDADE

O PEM é definido como um processo público de análise e alocação da distribuição espacial e temporal de atividades humanas em áreas marinhas para alcançar objetivos ecológicos, econômicos e sociais que geralmente foram especificados por meio de um processo político (IOC-UNESCO, 2023). Deste modo, ele não é um fim em si mesmo, mas uma ferramenta de governança que propõe apresentar uma abordagem prática para otimizar o uso do espaço marinho e suas interações com base na solução ao conflito de interesses.

Desde 2006, a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) tem liderado iniciativas para promover o PEM com base em ciência, integração e participação global. A COI desenvolveu guias e roteiros estratégicos para acelerar a adoção do PEM em todo o mundo, em colaboração com instituições internacionais, como a União Europeia e a Comissão Europeia. Também participa e promove diversas iniciativas de capacitação e integração do PEM, buscando a implementação de planos oceânicos sustentáveis para fortalecer a governança marinha e promover o conceito da economia azul.

Os atores colaboradores do PEM são aqueles envolvidos na gestão, na tomada de decisões e na execução das estratégias



de uso e proteção das áreas marinhas e costeiras. Eles atuam em diversas etapas do processo, desde a coleta de dados até a implementação de políticas, e seu pleno potencial passa por uma atuação conjunta e integrada dos setores públicos, privados e acadêmicos. É importante destacar que a interação é extremamente transversal e decorre, inclusive, da diplomacia entre países fronteiriços.

Deste modo, é de extrema importância que as decisões estratégicas para o PEM sejam bem fundamentadas, ou seja, que o processo de implementação se valha de dados confiáveis e oficiais para orientar políticas eficazes e inclusivas. Essa premissa é bastante trabalhada em contextos em que os princípios FAIR são atendidos (IHO, 2023a).

No Brasil, o PEM está em processo de desenvolvimento sendo capitaneado pela Marinha do Brasil, por meio da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) e pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (Carvalho, 2023). O planejamento foi subdividido em quatro etapas, relacionadas às regiões da Amazônia Azul. O projeto-piloto está em desenvolvimento para a região Sul, por meio do estabelecimento de metodologias que serão disseminadas, respectivamente, para as regiões Sudeste, Nordeste e Norte (Figura 2).

A fim de otimizar os recursos existentes, o PEM adotou a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) – a qual a DHN também já contribuía; como plataforma inicial de disseminação de dados, garantindo maior transparência sobre os padrões e metodologias adotadas, tanto na seleção dos dados quanto na divulgação dos resultados. Além disso, em sua dinâmica para implementação, o Plano de Trabalho do PEM prevê a elaboração de um geoportal e a elaboração de cenários como resultado (CEMBRA, 2024). Deste modo, constata-se que o PEM no Brasil está sendo elaborado considerando a interoperabilidade inerente às IDE.

Alinhado a isto, o modelo S-100 permite a integração de diferentes camadas de dados espaciais, como batimetria, limites marítimos, tráfego de embarcações, áreas protegidas, infraestrutura *offshore*, entre outros. Tem-se, portanto, que essa integração facilita a utilização de produtos e dados de interesse ao PEM, e garante que as informações sejam compreendidas e utilizadas de maneira consistente pelas diferentes partes interessadas. Além disso, tem-se o aumento da sinergia esperada para que os diferentes interesses econômicos e ambientais sejam abordados e que de fato seja estabelecido o uso sustentável dos oceanos (IHO, 2023b; IHO, 2024; IOC-UNESCO, 2021; EMODnet, 2020).

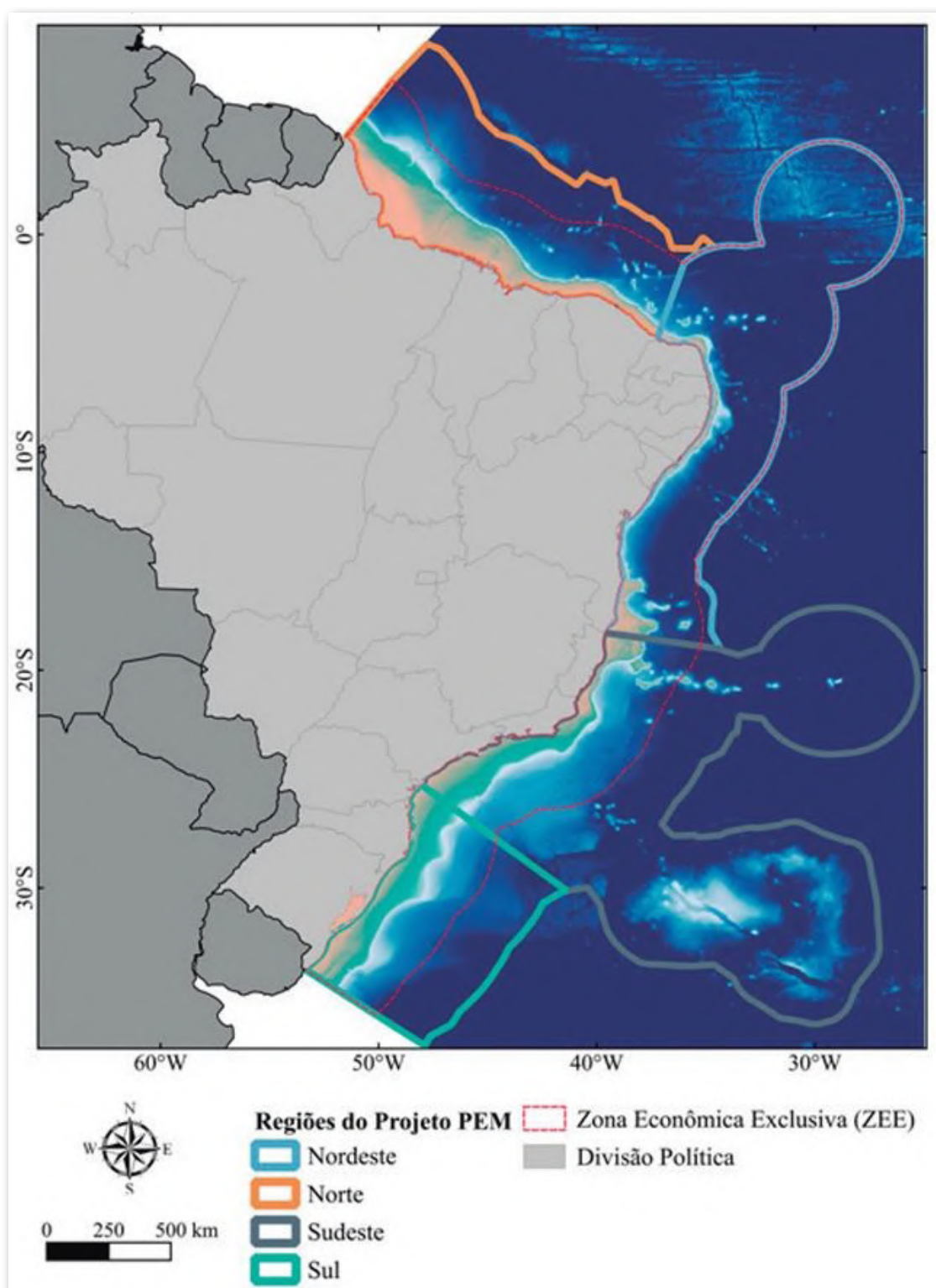


Figura 2- Amazônia Azul e as quatro regiões marinhas de implementação do PEM no Brasil.
Fonte: Carvalho, 2023.



4. BNDO E IDEM-DHN: A DERROTA PARA A INTEROPERABILIDADE E CONFORMIDADE COM OS PADRÕES S-100

No Brasil, de acordo com o Decreto 96.000, de 2 de maio de 1988, toda pesquisa científica realizada na plataforma continental e em águas sob jurisdição brasileira (AJB) deve ter seus resultados, dados e informações enviados ao Ministério da Marinha. Dessa forma, nasceu o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) como um Centro Depositário da COI, para auxiliar a gestão desses dados. O BNDO é operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), organização militar subordinada à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). As atividades atribuídas ao CHM estão especificadas no Artigo 4º do referido Decreto. Incluem obter, receber, analisar, controlar, arquivar e disseminar dados oceanográficos, manter intercâmbio de dados oceanográficos com as instituições nacionais e estrangeiras, entre outros.

Além do compromisso com a COI, busca-se ampliar a contribuição do Brasil para a “Década dos Oceanos”, impulsionar o intercâmbio de dados abertos da DHN conforme Norma de Dados e Informações Aberto (NAD-DHN) e atender as demandas nacionais e internacionais por dados interoperáveis, tais como o PEM e a INDE. Para tanto, a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) vem se dedicando à implementação da sua Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM-DHN) (Franco et al., 2018).

Ainda acordo Franco et. al (2018), a IDEM-DHN adota os critérios de padronização de serviços de compartilhamento dos dados geográficos a partir da interoperabilidade e integração entre os sistemas existentes a

partir do uso dos padrões de codificação de dados espaciais e os padrões da Organização Internacional para Normalização (ISO) em harmonia às especificações dos modelos S-100.

Atualmente o intercâmbio de dados realizado pelo BNDO já utiliza a IDEM como uma ferramenta importante de apoio, tendo em vista que 53% dos dados abertos da DHN já podem ser acessados pela IDEM-DHN. Uma etapa importante para a modernização do BNDO é que o acesso aos dados abertos possa ser realizado totalmente com os recursos tecnológicos da IDEM (Franco et al., 2018), por meio de uma concentração do atendimento ao público através do geoportal de forma validada, estruturada e consistente. E, apesar de ainda não ser uma realidade plenamente estabelecida, é importante destacar que a IDEM-DHN segue em contínuo aprimoramento para garantir uma maior usabilidade da ferramenta pelo intercâmbio de dados aos clientes.

Além disso, ao observar o plano de trabalho para a implementação dos primeiros produtos S-100 da Fase 1, como caso das ENC S-101, nota-se que o mundo segue considerando a expectativa do início de 2026 (IHO, 2024; Florentino et al., 2023). Apesar da S-101 não ter como perspectiva sua distribuição por meio de uma IDEM, e sim de um sistema semelhante ao praticado atualmente com a validação, distribuição e venda destes produtos, ainda não há detalhes quanto aos modelos de negócio que serão desenvolvidos e aplicados aos demais produtos S-XXX. No entanto, as instituições que já lidam com a produção de uma diversidade de produtos e serviços meteorológicos, oceanográficos e hidrográficos demonstram possuir considerável vantagem na elaboração das demais especificações, bem como na avaliação de sua futura distribuição, como é o caso do Brasil, por meio da DHN.

Não há dúvida de que mundialmente a integração entre as IDEM e os modelos S-100 destaca-se como um elemento transformador na gestão de dados hidrográficos e marítimos, e que pode inclusive maximizar seu valor de mercado e ampliar o nicho de clientes utilizadores dos produtos (Contarinis et al., 2020). No entanto, promover a inovação tecnológica em instituições públicas envolve uma série de desafios que vão além das questões puramente técnicas. Aspectos políticos, de legislação e de coordenação desempenham papéis fundamentais nesse processo.

O funcionamento ativo da IDEM-DHN requer a coordenação entre vários setores do CHM, cada um com suas próprias competências e responsabilidades (Franco et al., 2018). Por isso, é importante estabelecer e manter atualizado o modelo de governança de dados, a partir do qual sejam designadas responsabilidades claras para cada setor. Para isso, é necessário promover o alinhamento e engajamento dos atores envolvidos com os objetivos da IDEM-DHN, passando inclusive por avaliações estratégicas por parte da alta administração. Além disso, é essencial investir na documentação, compartilhamento de lições aprendidas e na construção de uma base de conhecimento sólida, garantindo a continuidade e eficiência dos esforços ao longo de todo o processo.

Ainda no tocante à governança de dados, destaca-se o papel da DHN para orientar as ações do CHM. A Portaria nº 13/2018 (Norma de Acesso a Dados e Informações Abertos) tem sido extremamente relevante na consecução das atividades da IDEM, pois forneceu as diretrizes necessárias para orientar todas as etapas que se seguiram. Contudo, quando se trata do modelo S-100, dadas as incertezas envolvidas na própria prontificação programada a todo o conjunto de produtos S-XXX (IHO, 2024), resta ainda

aguardar a elaboração de uma diretriz acerca das futuras especificações, bem como seus modelos de negócio.

Outro desafio importante a ser sobrepujado em todas as etapas de integração e implementação da IDEM-DHN e da S-100 é a capacitação. É evidente que o ritmo de aprimoramento tecnológico requerido é acelerado, e estar na vanguarda dessas iniciativas exige um nível de dedicação extremamente elevado (Florentino et al., 2023). Nesse sentido, a aproximação com instituições de pesquisa, universidades e empresas de tecnologia envolvidas no desenvolvimento dessas normas é um caminho que pode impulsionar as melhorias necessárias, uma vez que eles possuem a dedicação exclusiva dos pesquisadores e a diversidade de especialistas para o amadurecimento de questões não estratégicas.

5. CONCLUSÃO

Em suma, temos que a gestão de dados fundamentadas nos princípios FAIR permite o arcabouço inicial para garantir que os recursos no mar possam ser plenamente aproveitados. As IDEM e o novo modelo S-100 fornecem os padrões necessários para garantir a interoperabilidade requerida para as decisões cada vez mais complexas e que se baseiam em diversas camadas de dados e informações geoespaciais. Essa sinergia promove políticas públicas mais eficientes, sustentáveis e inclusivas, fortalecendo o desenvolvimento integrado de setores marinhos e costeiros, esperado para o Planejamento Espacial Marinho e alinhados com os objetivos da Década dos Oceanos.

A criação e implementação da IDEM-DHN representam uma significativa conquista para a DHN e para a Marinha do Brasil como um todo. A DHN foi uma das primeiras instituições a aderir a INDE com



informações essenciais padronizadas para aprimorar o PEM por meio da IDEM-DHN. Com base nas avaliações dos usuários, notase que a plataforma da IDEM-DHN não apenas cumpre sua missão de catalogar, integrar e padronizar dados geoespaciais abertos, mas também se posiciona como uma ferramenta fundamental para centralizar os produtos do CHM, otimizando procedimentos internos e proporcionando um serviço mais acessível e amigável para o público externo.

Ainda não há uma clareza por parte dos países acerca do modelo de negócio e de distribuição que serão aplicados aos novos produtos e serviços advindos do modelo S-100, porém muito é dito acerca do potencial para a geração de recursos com base na integração desses conceitos da IDEM, do PEM e da S-100, por meio das novas tecnologias. Com o decorrer das discussões dos grupos de trabalho da OHI e outras instituições intergovernamentais, é provável que vejamos uma combinação de serviços gratuitos e comerciais em grande parte da

comunidade mundial, a depender do tipo de dado/produto e do nível de detalhe a ser oferecido.

Conclui-se que o futuro da integração entre a IDEM e os padrões S-100 dependerá de decisões estratégicas sobre os modelos de negócios a serem adotados, da definição de recursos essenciais para a incorporação desses requisitos e do aumento da capacidade de processamento e armazenamento, que deverá acompanhar o crescimento exponencial da demanda por dados. Além disso, é fundamental assegurar a participação ativa nos fóruns técnicos de discussão acerca desses assuntos, permitindo a avaliação contínua de aspectos estratégicos à medida que a implementação avança. Dessa forma, garante-se que essas ferramentas permaneçam relevantes e eficazes em um ambiente marinho em constante transformação, promovendo a sustentabilidade e impulsionando a inovação tecnológica em benefício de toda a sociedade.

6. REFERÊNCIAS

Carvalho, R.C. (2023). Planejamento Espacial Marinho da Amazônia Azul. Fronteiras do Brasil: O Litoral em sua Dimensão Fronteiriça. IPEA. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14418/1/Fronteiras_Cap14_Planejamento_especial_marinho_da_Amazonia.pdf. Acesso em: 03 de março de 2025;

Centro de Excelência para o Mar Brasileiro - CEMBRA. Planejamento Espacial Marinho, palestra Contra-Almirante Ricardo Jaques Ferreira, Secretário da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SeCIRM). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6v-mAfk4vs>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025;

Contarinis, S.; Pallikaris, A.; Nakos, B. (2020). The Value of Marine Spatial Open Data Infrastructures - Potentials of IHO S-100 Standard to Become the Universal Marine Data Model. *Journal of Marine Science and Engineering*. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-1312/8/8/564>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2025;

Ehler, C. & Douvère, F. (2011). Marine Spatial Planning: a step-by-step approach. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. UNESCO;

European Marine Observation and Data Network - EMODnet. (2020). Benefits of a Data Infrastructure. Disponível em: <https://emodnet.ec.europa.eu/>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025;

Florentino, C., Mileze, A.M.B., Affonso, J.J., Morais, R.V., Magno, E.C.F. (2023). Carta Náutica Eletrônica: O avanço da especificação S-57 a S-101. *Anais Hidrográficos*, 2023, p. 238-252;

Franco, F., Rodrigues, J.P., Monteiro, T.C., Silveira, E.V. (2018). A importância do Banco Nacional de Dados Oceanográficos na Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos da DHN. *Anais Hidrográficos*, 2018, p. 176-187;

GO FAIR Initiative. (2020). FAIR Principles. Disponível em: <https://www.go-fair.org/fairprinciples/>. Acesso em: 9 de janeiro de 2025;

Intergovernmental Committee on Surveying & Mapping - ICSM. (2022). S-100 World. Disponível em: <https://www.icsm.gov.au/s-100-working-group>. Acesso em: 09 de março de 2025;

Intergovernmental Oceanographic Commission of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – IOC-UNESCO. (2021). MSPglobal: International Guide on Marine/Maritime Spatial Planning. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379196>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2025;

Intergovernmental Oceanographic Commission of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – IOC-UNESCO. Marine Spatial Data Planning. 2023. Disponível em: <https://www.ioc.unesco.org/en/marine-spatial-planning>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025;

International Hydrographic Organization - IHO. (2023a). Spatial Data Infrastructures: “The Marine Dimension” - Guidance for Hydrographic Offices, Edition 3.0. Disponível em: https://iho.int/uploads/user/pubs/cb/c-17/C-17%20Ed%203.0.0_October%202023_Final.pdf. Acesso em: 17 de fevereiro de 2025;

International Hydrographic Organization - IHO. (2023b). S-100 Universal Hydrographic Data Model. Disponível em: <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-datamodel>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2025;

International Hydrographic Organization - IHO. (2024) Roadmap for the S-100 Implementation Decade (2020–2030). Version 4.0, October 2024. Disponível em: https://iho.int/uploads/user/About%20IHO/Council/S-100_ImplementationStrategy/S100_Roadmap_Decade_v4.0_clean_October2024.pdf. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025;

International Hydrographic Organization – IHO. (2025). IHO Geospatial Information (GI)Registry. Disponível em <http://registry.iho.int/productspec/list.do>. Acesso em: 10 de março de 2025;

United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management – UN-GGIM. (2021). Integrated Geospatial Information Framework. Disponível em: <https://ggim.un.org/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2025;

Rajabifard, A., & Williamson, I.P. (2003). Spatial Data Infrastructures: Concept, SDI Hierarchy and future directions. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228581533_Spatial_data_infrastructures_concept_SDI_hierarchy_and_future_directions. Acesso em: 17 de janeiro de 2025.



ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE POLÍMEROS REFORÇADOS COM FIBRA (FRP) E FIBRA DE COCO COMO REFORÇOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: DURABILIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA. UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO SUSTENTÁVEL PARA A RECONSTRUÇÃO DO FAROLETE ITAPACIS, NA BAÍA DE GUANABARA-RJ

Capitão-Tenente (T) Mariana de Castro Michimoto¹
Prof. Dr. Newton Narciso Pereira²

RESUMO

A análise visa verificar uma forma mais sustentável e com durabilidade para substituir o Farolete (Fte) Itapacis, que se localiza nas proximidades da Ilha de Paquetá, ao norte da Baía de Guanabara-RJ. A manutenção desse sinal de alvenaria é necessária, uma vez que esse auxílio à navegação (**AtoN**) importante defende uma região de pedras, as quais podem causar acidente à navegação como colisão ou encalhe de embarcações que trafegam na região. Cabe ressaltar que o Fte Itapacis não está destruído, mas sua manutenção constante promove custos elevados. Este estudo analisou a durabilidade e a viabilidade econômica do uso de polímeros reforçados com fibra (FRP) em comparação com a fibra de coco em estruturas de concreto armado, que podem ser alternativas mais econômicas para a Autoridade Marítima Brasileira (AMB).

Palavras-Chave: Polímeros Reforçados com Fibra (FRP); auxílios à navegação; fibra de coco; durabilidade.

¹ Oficial do Quadro Técnico graduada em Ciências Náuticas (EFOMM-RJ). Mestrado em Hidrografia (UFF-RJ), servindo presentemente no Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR). Email: mariana.michimoto@marinha.mil.br

² Professor Adjunto da Universidade Federal Fluminense (UFF), lotado na Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da UFF. E-mail: newtonpereira@id.uff.br

ABSTRACT

The analysis aims to verify a more sustainable and durable way to replacement the Itapacis Lighthouse (Fte), which is located near Paquetá Island, north of Guanabara Bay-RJ. The maintenance of this masonry signal is necessary, since this important navigation aid (AtoN) defends a region of rocks, which can cause navigation accidents such as collision or grounding of vessels traveling in the region. It is worth noting that Fte Itapacis has not been destroyed, but its constant maintenance results in high costs.

This study analyzed the durability and economic viability of using fiber-reinforced polymers (FRP) compared to coconut fiber in reinforced concrete structures, which can be cheaper alternatives for the Brazilian Maritime Authority.

Keywords: fiber-reinforced polymers (FRP); Aids to Navigation; coconut fiber; durability.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a MARINHA DO BRASIL, (2023), entende-se por auxílio à navegação: “um dispositivo, sistema ou serviço externo

à embarcação, estabelecidos para auxiliar o navegante a determinar sua posição e rumo, alertar sobre os eventuais perigos à navegação existentes na sua derrota e demarcar os limites dos canais de navegação.” Nesse contexto se inserem os auxílios à navegação visuais como os Faróis e Faroletes. As Normas da Autoridade Marítima para os Auxílios à Navegação (NORMAM-601/DHN) indicam que o farolete é um Auxílio à navegação, constituído por uma estrutura fixa, de forma e cores distintas, apresentando ou não marca de tope, montado em um ponto de coordenadas geográficas conhecidas, na costa ou em ilhas oceânicas, bancos, rochedos, recifes, margem de rios, margem de canais, molhes ou trapiches, com alcance luminoso noturno igual ou inferior a dez milhas náuticas. O estudo em lide tende a apresentar possibilidades para avaliação da Autoridade Marítima para reconstrução de um farolete de alvenaria hoje que carece de manutenções constantes, que devido à exposição às condições climatológicas reinantes, tiveram suas estruturas degradadas ao longo dos anos e estão localizados ao Norte da Baía de Guanabara, nas proximidades da Ilha de Paquetá, no Rio de Janeiro-RJ

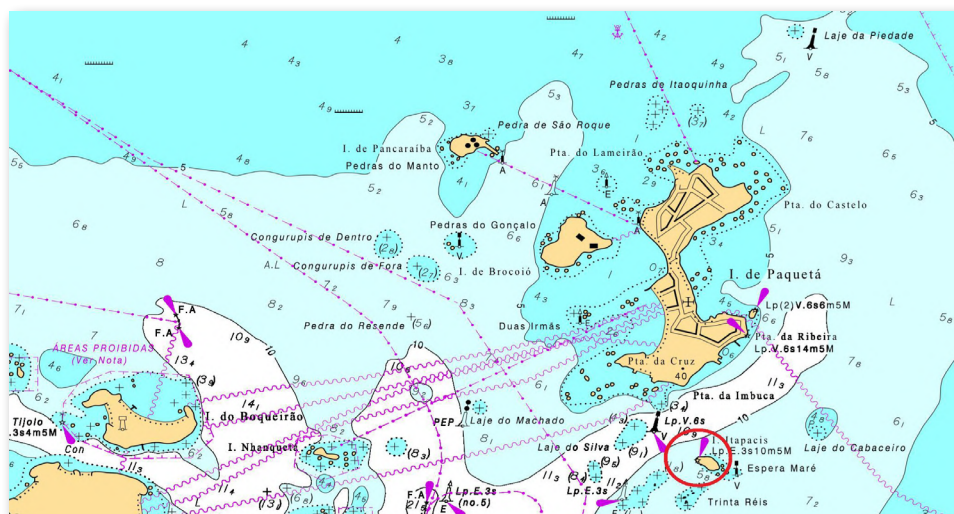


Figura 1- Extrato da carta náutica nº1501, circulado em vermelho a posição do Fte Itapacis. Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2024. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/cartas-raster.field_numero_raster_value=1501&title=Acessado em: 22/11/2024.



O Fte Itapacis é uma estrutura de alvenaria, composta por uma torre cilíndrica de concreto armado, na cor encarnada, estando posicionado na altitude de 10 metros, com altura de sua estrutura de 7

metros (Figura 2). Na Figura 3, enviada por militar do Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR) é possível visualizar características de como está hoje sua estrutura, bem como sua base.



Figura 2- Extrato da Lista de Faróis (2024) Fte Itapacis é uma estrutura de alvenaria, composta por uma torre cilíndrica de concreto armado, na cor encarnada, estando posicionado na altitude de 10 metros, com altura de sua estrutura de 7 metros.

2520 G 0396	Itapacis 1501	22 46,62 43 06,42	Lp. E. 3s E. 0,3 – Ecl. 2,7 36	10	5 10	Torre cilíndrica de concreto armado, encarnada 7
----------------	------------------	----------------------	---	----	---------	---

Figura 3- Extrato da Lista de Faróis (2024).

Com o aumento da demanda por materiais duráveis e econômicos na construção civil, os engenheiros têm explorado alternativas aos materiais tradicionais, buscando maior resistência e menor impacto ambiental. O uso de reforços em estruturas de concreto armado é essencial para garantir a integridade e a durabilidade das construções. Um material com elevada durabilidade vai proporcionar aos auxílios à navegação manterem-se 95% do tempo operacionais (MARINHA DO BRASIL, 2023). Nos últimos anos, o FRP emergiu como um material de destaque, enquanto a fibra de coco é uma opção renovável e de baixo custo. Esta revisão da literatura busca avaliar se o FRP é uma escolha mais econômica e durável em comparação com a fibra de coco para estruturas de concreto armado.

O FRP têm se destacado como materiais avançados na engenharia devido à sua elevada resistência mecânica e baixa densidade, sendo amplamente utilizados em reforço estrutural, aeronáutica e indústria automotiva. Esses compósitos são constituídos por fibras (como carbono, vidro ou aramida) embebidas em uma matriz polimérica, geralmente epóxi ou poliéster, proporcionando alta durabilidade e resistência à corrosão (BANK, 2006). Sua aplicação em estruturas de concreto, por exemplo, permite a recuperação de vigas e pilares sem aumentar significativamente o peso, diferentemente de métodos tradicionais como chapas de aço (ACI 440.2R-17, 2017).

Apesar das vantagens, os FRPs apresentam desafios, como o custo elevado, especialmente no caso das fibras de carbono (CFRP), e a dificuldade de reciclagem devido à natureza termorrígida das resinas (MALLICK, 2007). Além disso, sua resistência ao impacto pode ser inferior à de metais, exigindo cuidados no projeto de componentes sujeitos a cargas dinâmicas. No entanto, pesquisas recentes têm explorado novas matrizes termoplásticas e técnicas de fabricação para superar essas limitações, ampliando as possibilidades de aplicação (GAY; HOA, 2015).

Fibras de coco têm ganhado destaque como material sustentável devido à sua origem renovável e aplicações versáteis em compósitos, artesanato e indústria têxtil. Extraídas do mesocarpo do coco, essas fibras apresentam propriedades como alta resistência à tração, biodegradabilidade e baixo custo, sendo uma alternativa ecológica a fibras sintéticas (SATYANARAYANA et al., 2007). Sua utilização em compósitos poliméricos reforçados tem sido estudada para aplicações em peças automotivas e materiais de construção, contribuindo para a redução do impacto ambiental (MONTALVÃO et al., 2016).

Além das aplicações técnicas, as fibras de coco são amplamente empregadas na fabricação de estofados, tapetes e substratos agrícolas, graças à sua durabilidade e capacidade de retenção de umidade (CARVALHO et al., 2018). No



entanto, desafios como a variabilidade das propriedades mecânicas e a necessidade de tratamentos superficiais para melhorar a adesão em matrizes poliméricas ainda limitam seu uso em larga escala (TOMÉ et al., 2021). Pesquisas recentes focam em métodos de tratamento químico e físico para otimizar o desempenho dessas fibras em aplicações de engenharia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise comparativa foi feita com base em uma revisão sistemática da literatura, considerando artigos científicos. Foram selecionados estudos com resultados experimentais sobre durabilidade, resistência à tração, resistência à corrosão e custos de implementação do FRP e da fibra de coco como reforços em concreto armado. O presente trabalho buscou outras soluções diferentes das usuais para uma possível reconstrução de um farolete, analisou a carta náutica nº1501, elaborada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e se verificou a importância de substituir esse farolete. As ideias aqui descritas teriam o fito de um protótipo, pela facilidade logística deste auxílio à navegação, uma vez que está localizado na Baía de Guanabara-RJ, para servir de proposta de novos materiais que podem ser empregados em substituição da alvenaria padrão, mercê dessas e outras soluções mais sustentáveis empregadas na engenharia civil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Intenciona-se discutir formas alternativas de substituir faróis e faróis, com baixo custo para a Autoridade Marítima ou Entidades Extra-MB, especialmente, para o Fte Itapacis. Esse Fte se localiza ao Norte da Baía de Guanabara, de responsabilidade da Marinha do Brasil, especificamente, ao

Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR), e poderia servir de protótipo, pela proximidade do referido Centro no que tange questões logísticas de pessoal e material; com a verificação da eficácia de construção com uso de outros materiais diferentes dos usuais. Pretende-se discutir possibilidades relacionadas ao desempenho estrutural, à durabilidade e ao custo de aplicação do FRP e da fibra de coco em concreto armado.

Segundo a INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MARINE AIDS TO NAVIGATION - IALA (2021), o projeto de engenharia estrutural de um novo (ou avaliação de um existente) AtoN inclui considerar suas características incluindo função, durabilidade, sustentabilidade, segurança e qualidade. É importante o projetista ou responsável pelo AtoN discutir com fornecedores, consultores e contratados para garantir que uma abordagem de projeto sustentável seja adotada.

A IALA preconiza que existem elementos comuns para os quais o projeto estrutural e a especificação são realizados, independentemente da localização geográfica do AtoN. A diretriz da IALA G1165 aponta os elementos importantes que contribuem para realização de um Projeto Estrutural Sustentável de Auxílios Marítimos à Navegação, a saber:

- Elementos de aço, incluindo área da seção transversal da seção, dimensões e fabricação.
- Elementos de concreto, incluindo dimensões, resistência, durabilidade do concreto e reforço.
- Elementos de madeira, incluindo dimensões, resistência e teor de umidade.
- Conexões entre elementos, incluindo soldas e conexões aparafusadas.
- Fundações, onde o projetista considera as propriedades subjacentes do solo e as maneiras pelas quais a fundação combinada e a estrutura do solo podem erodir.

Além disso, a publicação supracitada, expõe uso de plástico; borracha; cobertura e sistemas de proteção; como pintura, proteção catódica e cobertura galvanizada; e plástico reforçado com fibra de vidro, em inglês, Glass fiber reinforced plastic (GRP). O GRP pode ser empregado em equipamentos modulares; grades para servirem deslocamento de pessoas para manutenção, uma vez que se trata de um trabalho em altura; e Faróis e Faroletes. Segundo a IALA (2021), GRP oferece espessura; resistência e estabilidade UV (ultra violeta) para manutenção da coloração da estrutura, essa que deve oferecer conspicuidade para que o navegante ao avistar o Farol ou Farolete não tenha dúvidas da ação a empreender no mar, contribuindo para a segurança da navegação.

A altura do AtoN determina o alcance geométrico máximo atingível e é um parâmetro de projeto essencial que influencia o projeto dos elementos estruturais do AtoN.

Com relação à altura, REGO (2005) informa que na prática, as elevações do foco da maioria dos grandes faróis do mundo estão entre 40 e 70 metros. Acrescenta ainda que no Brasil, adota-se a altura padrão de 5 metros para o cálculo do Alcance Geográfico, onde 5 metros é a altura de observação sobre o nível do mar.

Neste presente trabalho, que pretende propor materiais mais sustentáveis que o usual, apresentará uma proposta para que a Autoridade Marítima Brasileira e entidades Extra-MB possam verificar a possibilidade de emprego em seus Faróis e Faroletes a serem reconstruídos ou até mesmo construídos, em seu estado inicial. Esse compromisso com a segurança da navegação no que tange aos AtoN se dá em virtude da Convenção SOLAS (1974), a qual prevê que sempre que houver fluxo elevado e grau de risco, em uma via navegável, devem ser empregados auxílios à navegação.

3.1 POLÍMEROS REFORÇADOS COM FIBRA (FRP)

Os polímeros reforçados com fibra (FRP) são materiais compostos de resinas poliméricas e fibras sintéticas, como fibra de vidro, aramida e carbono. Esses materiais têm ganhado popularidade em projetos de construção devido à sua alta resistência mecânica e resistência à corrosão. Estudos mostram que o FRP pode manter a integridade estrutural mesmo em ambientes com alta umidade e exposição a agentes corrosivos (ALMUSALLAM, 2001; MEIER, 1995).

Além disso, o FRP possui uma densidade menor do que os materiais tradicionais de reforço, o que reduz o peso total da estrutura e facilita a aplicação em estruturas de grandes dimensões (MEHTA & MONTEIRO, 2006).

No contexto brasileiro, sua aplicação tem sido particularmente relevante em estruturas expostas a ambientes agressivos, como regiões litorâneas, onde a degradação por cloretos é um desafio constante (SILVEIRA; FONSECA, 2021). Estudos recentes também destacam o uso do FRP em pontes e viadutos, onde a necessidade de intervenções rápidas e pouco intrusivas torna esse material especialmente vantajoso (MACHADO et al., 2022). Apesar do custo mais elevado em comparação a materiais tradicionais, a durabilidade e a redução de manutenção compensam o investimento inicial, posicionando o FRP como uma solução tecnológica promissora para a infraestrutura nacional.

3.2 FIBRA DE COCO

A fibra de coco é um recurso natural e renovável amplamente disponível em regiões tropicais. O uso desse material na construção tem sido explorado devido



ao seu custo acessível e baixa pegada ambiental. No entanto, como fibra orgânica, a fibra de coco é susceptível a fatores como umidade e ataques biológicos, o que reduz sua durabilidade em longo prazo quando comparada ao FRP (CARVALHO et al., 2020; VIJAY et al., 2021).

A fibra de coco tem sido cada vez mais empregada na engenharia civil brasileira como um material alternativo e sustentável, especialmente em composições com matrizes cimentícias e polímeros. Estudos demonstram que sua utilização em argamassas e concretos pode melhorar propriedades como resistência à fissuração, absorção de impactos e isolamento térmico, além de reduzir o peso das estruturas (CARVALHO et al., 2020). Sua viabilidade é reforçada pela abundância do material no país, uma vez que o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de coco, gerando resíduos que podem ser reaproveitados na construção civil (SANTOS; LIMA, 2021).

Pesquisas recentes também destacam que a fibra de coco, quando tratada adequadamente, apresenta boa durabilidade e compatibilidade com matrizes de cimento, tornando-se uma opção economicamente vantajosa para aplicações em painéis, blocos e reforços de solos (GONÇALVES et al., 2022). A adoção desse material contribui não apenas para a redução de custos, mas também para a diminuição do impacto ambiental, alinhando-se às práticas de construção sustentável.

3.3 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS E BENEFÍCIOS

Estudos mostram que o custo inicial da fibra de coco é cerca de 50% menor em comparação com o FRP, o que a torna uma opção atraente para projetos de baixo orçamento (Vijay et al., 2021). Entretanto, considerando a necessidade de manutenção

e substituição, o custo total ao longo da vida útil da estrutura tende a ser maior no caso da fibra de coco, devido à sua menor durabilidade (MEHTA & MONTEIRO, 2006).

O custo do FRP (Polímero Reforçado com Fibras) pode variar consideravelmente, dependendo de vários fatores como o tipo de fibra (carbono, vidro, aramida), a aplicação (construção civil, aeroespacial, etc.), a quantidade adquirida, e as tecnologias envolvidas no processo de fabricação.

TAVAKKOLIZADEH E SAADATMANESH (2001) discutiram a eficiência econômica do uso de FRP no reforço de estruturas de concreto. Segundo este estudo, o custo de fibra de carbono para reforço de concreto pode variar entre US\$ 50 a US\$ 120 por metro quadrado, dependendo da espessura das camadas e do tipo de aplicação.

Um estudo realizado por AREZOO E FADAEI (2017) abordou o custo de FRP utilizando fibra de vidro para aplicações estruturais. Eles mencionam que o custo pode variar entre US\$ 5 a US\$ 15 por metro quadrado, considerando as camadas de resina e o processo de impregnação.

Segundo uma pesquisa de NANNI et al. (1993), que explorou a aplicação de FRP em pontes e outras infraestruturas, o custo para reforçar estruturas de concreto com fibra de carbono pode ser em torno de US\$ 60 a US\$ 80 por metro quadrado. Este estudo mostrou que, apesar do custo inicial elevado, o uso de FRP pode ser mais econômico a longo prazo devido à durabilidade e resistência superior.

A Fibra de Carbono tem custo varia de US\$ 15 a US\$ 35 por metro quadrado. Já a Fibra de Vidro, o custo é mais baixo, entre US\$ 5 e US\$ 20 por metro quadrado. A Fibra de Aramida (Kevlar) possui o preço mais alto, variando entre US\$ 30 e US\$ 50 por metro quadrado, devido à alta resistência à abrasão e propriedades específicas.

Esses valores e referências fornecem uma base sólida para entender a variação de

custos dos FRPs em diferentes aplicações. O custo pode ser mais alto no início devido aos materiais e processos envolvidos, mas pode ser mais vantajoso a longo prazo, considerando a durabilidade e a eficiência.

Em termos de durabilidade a longo prazo, o FRP apresenta melhor estabilidade dimensional e resistência à fadiga, sendo amplamente utilizado em reforços sísmicos e reparos estruturais onde a confiabilidade é crítica (MALLICK, 2007). Já as fibras de coco, apesar de serem uma alternativa ecológica e de baixo custo, exigem tratamentos superficiais e proteção adicional para evitar deterioração, o que aumenta a complexidade de sua aplicação (TOMÉ et al., 2021). Portanto, em construções de alvenaria que demandam alta eficiência estrutural e vida útil prolongada, o FRP é comprovadamente mais eficiente, enquanto as fibras de coco são mais adequadas para aplicações não estruturais ou de menor exigência mecânica.

Trabalhos recentes demonstram que a fibra de coco apresenta vantagens econômicas significativas em comparação ao Fiber Reinforced Polymer (FRP) no contexto brasileiro, principalmente devido à sua abundância como resíduo agrícola e aos baixos custos de produção (SILVA et al., 2021). Enquanto o FRP, composto por fibras sintéticas como carbono ou vidro, possui um elevado custo de importação e fabricação, a fibra de coco surge como uma alternativa sustentável e de menor impacto financeiro, especialmente em aplicações não estruturais ou em reforços de baixa exigência mecânica (ALMEIDA; SOUZA, 2020). Além disso, a utilização desse material contribui para a economia circular, reduzindo custos logísticos e ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos (ARAÚJO et al., 2019).

Por outro lado, o FRP ainda é preferido em projetos de alta performance devido à sua superior resistência mecânica

e durabilidade, justificando seu custo mais elevado (MELO; FONSECA, 2022). Contudo, análises de custo-benefício indicam que, em aplicações onde a resistência extrema não é essencial, a fibra de coco pode reduzir em até 40% os gastos com materiais, sem comprometer significativamente a qualidade da obra (PEREIRA et al., 2023). Portanto, a escolha entre os dois materiais deve considerar não apenas fatores técnicos, mas também a viabilidade orçamentária e a sustentabilidade, destacando a fibra de coco como uma opção economicamente atrativa para o mercado brasileiro.

3.4 RESISTÊNCIA E DURABILIDADE

O FRP apresentou maior resistência à tração e maior durabilidade em ambientes agressivos, como áreas expostas a sais e umidade. Estudos apontam que o FRP possui resistência superior à corrosão e à degradação química, tornando-o uma opção vantajosa para estruturas em áreas costeiras e industriais (ALMUSALLAM, 2001; MEIER, 1995).

Em contrapartida, a fibra de coco mostrou-se eficaz em ambientes mais secos e menos agressivos, mas seu desempenho decai em ambientes com alta umidade e alcalinidade, típicos de estruturas de concreto. Estudos de Carvalho et al. (2020) indicam que, após 5 anos de exposição em ambientes úmidos, a fibra de coco perde cerca de 30% de sua resistência inicial, enquanto o FRP mantém sua integridade.

A análise dos custos indica que, embora o investimento inicial para o FRP seja maior, o custo ao longo de 50 anos é reduzido em cerca de 30% em comparação com a fibra de coco devido à menor necessidade de manutenção e substituição (Mehta & Monteiro, 2006).

A fibra de coco é uma opção ambientalmente sustentável, pois é



biodegradável e utiliza menos energia em sua produção. Já o FRP, por ser composto de materiais sintéticos, apresenta uma pegada de carbono maior. No entanto, a durabilidade superior do FRP pode compensar seu impacto ambiental, pois reduz a necessidade de substituições e descartes ao longo do tempo (Vijay et al., 2021).

4. CONCLUSÃO

Com base nas informações bibliográficas coletadas, conclui-se que o FRP é mais adequado para projetos que exigem alta durabilidade e baixa manutenção, enquanto a fibra de coco é viável para projetos de curto prazo e de baixo custo, onde o impacto ambiental e o custo inicial são considerados prioritários. A fibra de coco, embora sustentável e de baixo custo inicial, possui durabilidade limitada em ambientes agressivos, o que reduz sua viabilidade para aplicações estruturais duradouras. Em suma, a escolha entre FRP e fibra de coco deve considerar as condições ambientais, a vida útil desejada

e o orçamento do projeto. Portanto, no caso do Fte Itapacis, é salutar que a Autoridade Marítima possa sempre verificar metodologias de baixo custo e com maior durabilidade para a reconstrução deste sinal, uma vez que existe a necessidade da manutenção do Índice de Eficácia acima de 95%, que é mínimo de tempo que um auxílio à navegação deverá estar operacional, de acordo com os padrões internacionais preconizados pela IALA.

O FRP apresenta melhor estabilidade dimensional e resistência à fadiga, sendo amplamente utilizado em reforços sísmicos e reparos estruturais onde a confiabilidade é crítica. As fibras de coco, apesar de serem uma alternativa ecológica e de baixo custo, exigem incremento na proteção para evitar deterioração, o que aumenta a complexidade de sua aplicação (TOMÉ et al., 2021). Portanto, em construções de alvenaria que demandam alta eficiência estrutural e vida útil prolongada, o FRP é comprovadamente mais eficiente, enquanto as fibras de coco são mais adequadas para aplicações não estruturais ou de menor exigência mecânica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. S.; SOUZA, L. P. Materiais compósitos na construção civil: uma análise comparativa entre fibras naturais e sintéticas. São Paulo: Ed. Técnica, 2020.

ALMUSALLAM, T. H. Durability of GFRP Reinforcement in Concrete Structures. *Construction and Building Materials*, v. 15, n. 7-8, p. 437-446, 2001. Disponível em: <https://quakewrap.com/frp%20papers/DurabilityofGFRPReinforcedConcreteFieldStructures.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440.2R-17: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures. Farmington Hills, MI: ACI, 2017.

ARAÚJO, J. M. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas na produção de materiais sustentáveis. *Revista Brasileira de Engenharia Sustentável*, v. 5, n. 2, p. 45-60, 2019.

AREZOO, K., & FADAE, M. Experimental and numerical study of the cost and efficiency of fiber-reinforced polymer (FRP) composites for structural applications. *Composites Part B: Engineering*, 2017.

BANK, L. C. *Composites for Construction: structural design with FRP materials*. Hoboken: Wiley, 2006.

CARVALHO, A. B. et al. Aplicação de fibras naturais em compósitos cimentícios: desempenho mecânico e sustentabilidade. *Revista Matéria*, v. 25, n. 3, p. 1-15, 2020.

CARVALHO, A. F., SILVA, R. F.; LIMA, P. R. L. Durability of natural fiber reinforced concrete in humid environments. *Journal of Natural Fibers*, v. 17, n. 8, p. 1113-1127, 2020.

CARVALHO, K. C. C. et al. Aproveitamento de fibras de coco verde na fabricação de substratos agrícolas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 356-361, 2018.

GAY, D.; HOA, S. V. *Composite Materials: design and applications*. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

GONÇALVES, M. S. et al. Tratamento superficial de fibras de coco para uso em materiais de construção. *Engenharia e Sustentabilidade*, v. 10, n. 2, p. 34-48, 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MARINE AIDS TO NAVIGATION (IALA). Sustainable structural design of marine aids to navigation. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/04041135/Downloads/G1165-Ed1.2-Sustainable-Structural-Design-of-Marine-Aids-to-Navigation-December-2021.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. International Convention for the Safety of Life at Sea (IMO). 1974. Disponível em: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx). Acesso em: 10 abr. 2025.

MACHADO, R. P. et al. Aplicações de FRP em infraestruturas de transporte: estudos de caso no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 14, n. 4, p. 112-125, 2022.

MALLICK, P. K. *Fiber-Reinforced Composites: materials, manufacturing, and design*. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MELO, C. D.; FONSECA, A. B. *FRP em estruturas de concreto: desempenho e custos*. Rio de Janeiro: Editora Construção Moderna, 2022.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. NORMAM-601/DHN: Normas da Autoridade Marítima para auxílios à navegação. 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/sites/www.marinha.mil.br.dhn/files/normam/NORMAM-601.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.



MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concrete: microstructure, properties, and materials. McGraw-Hill Education. 2006.

MEIER, U. Strengthening of Structures Using Carbon Fibre/Epoxy Composites. Construction and Building Materials, 341-351. 1995.

MONTALVÃO, D. et al. Estudo das propriedades mecânicas de compósitos reforçados com fibras naturais de coco. Matéria, v. 21, n. 2, p. 487-499, 2016.

NANNI, A., et al. Reinforcement of Concrete Structures with FRP Materials. ACI Structural Journal, v. 90, n.3, p. 235-243, 1993.

OLIVEIRA, J. M. et al. Materiais compósitos FRP na reabilitação de estruturas de concreto. São Paulo: Ed. TecCon, 2019.

PEREIRA, T. R. et al. Viabilidade econômica de fibras naturais na indústria da construção. Engenharia e Inovação, v. 12, n. 3, p. 78-92, 2023.

REGO, P. M. B. A. Manual de Sinalização Náutica. 2005. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/camr/sites/www.marinha.mil.br/camr/files/MANUAL-SN-Vol-1-Aprovado-CT-DHN.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, P. R.; LIMA, R. C. Resíduos agrícolas na construção civil: potencial da fibra de coco no Brasil. São Paulo: Ed. Sustentech, 2021.

SATYANARAYANA, K. G. et al. Characteristics and potential of coconut fiber as eco-friendly material. Journal of Natural Fibers, v. 4, n. 3, p. 1-22, 2007.

SILVA, E. F. et al. Fibra de coco como material alternativo em compósitos poliméricos. Belo Horizonte: Editora Sustentare, 2021.

SILVEIRA, A. L.; FONSECA, B. R. Corrosão em estruturas costeiras: o papel do FRP como solução preventiva. Engenharia e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 56-70, 2021.

TAVAKKOLIZADEH, M.; SAADATMANESH, H. Cost-effective application of fiber-reinforced polymer composites for strengthening concrete structures. Journal of Composites for Construction, v.5, n.1, p. 17-23, 2001. Acesso em: 10 mar. 2025.

TOMÉ, A. S. et al. Modificação superficial de fibras de coco para aplicação em compósitos poliméricos. Polímeros, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2021.

VIJAY, P. V.; GOWDA, B. R.; RAGHAVENDRA, T. Performance Analysis of Coconut Fiber as Reinforcement in Concrete Structures. Materials Today: Proceedings, n. 45, p. 2374-2380, 2021.

ANÁLISE DE ONDAS DE LESTE NO OCEANO ATLÂNTICO SUL UTILIZANDO O ALGORITMO *TROPICAL WAVE TRACKER* (WPC/NWS/NOAA)

Capitão de Corveta (T) Rodrigo de Souza Barreto Mathias¹

RESUMO

As Ondas de Leste são perturbações de escala sinótica no escoamento das latitudes tropicais, que podem iniciar o desenvolvimento de sistemas convectivos intensos e precipitação volumosa. Sobre o Brasil, as Ondas de Leste afetam a área marítima nas proximidades da região Nordeste e as suas cidades litorâneas. Porém, a sua identificação por imagens de satélite, muitas vezes, se torna difícil, sendo necessário recorrer a ferramentas computacionais. O presente trabalho avalia o algoritmo TROPW, desenvolvido pelos Escritórios Internacionais da NOAA, concluindo que a ferramenta foi útil na identificação e posicionamento das 21 ondas de leste que ocorreram sobre o Oceano Atlântico Sul, entre março e junho de 2024, e os seus parâmetros forneceram importantes informações que podem auxiliar no prognóstico da precipitação associada ao fenômeno.

Palavras-chave: Ondas de Leste. Atlântico Sul. Tropical Wave Tracker.

¹Oficial do Quadro Técnico. Professor do Magistério Militar Naval do Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino (CIAARA), Graduado em Meteorologia pela UFRJ, MSc em Meteorologia pela UFRJ. E-mail: rodrigo.barreto@marinha.mil.br



ABSTRACT

Easterly Waves are synoptic-scale disturbances in the tropical latitude flow, capable of initiating the development of intense convective systems and heavy precipitation. Over Brazil, Easterly Waves affect the maritime area near the Northeast region and its coastal cities. However, their identification using satellite imagery is often challenging, requiring computational tools for accurate detection. This study evaluates the TROPW algorithm, developed by NOAA's International Desks, concluding that the tool effectively identified and positioned the 21 Easterly Waves that occurred over the South Atlantic Ocean between March and June 2024. Additionally, its parameters provided important information that can assist in forecasting the precipitation associated with this phenomenon.

Keywords: Easterly Waves, South Atlantic, Tropical Wave Tracker

1. INTRODUÇÃO

A atmosfera nas latitudes tropicais é caracterizada por fracos gradientes de temperatura e por ventos com grande componente de leste, como consequência da circulação geral da atmosfera sob ação do efeito de Coriolis. Sobre os oceanos, em baixos níveis, esses ventos são conhecidos como “alísios”, que escoam dos cinturões de alta pressão subtropicais em direção às baixas pressões equatoriais nas proximidades da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No entanto, a região é frequentemente perturbada por oscilações de pressão atmosférica e do vento. Essas perturbações atmosféricas foram inicialmente identificadas sobre o Oceano Atlântico Norte e Mar do Caribe como ondas que viajam de leste a oeste e foram chamadas de “ondas nos

ventos de leste” ou, simplesmente, “ondas de leste” (Riehl, 1945).

Fenômenos similares às ondas de leste no Oceano Atlântico Norte também foram detectados em outras regiões, como no Oceano Pacífico (Reed e Racker, 1971) e no Oceano Índico (Balachandran, 1998), onde foram considerados como precursores da formação de sistemas meteorológicos mais intensos, como as tempestades tropicais e os furacões. No Oceano Atlântico Sul, essas oscilações foram inicialmente identificadas por Yamazaki e Rao (1977) e, embora, não tenha sido observado que elas evoluam para sistemas tropicais mais intensos nessa bacia oceânica, elas afetam diretamente as condições do tempo sobre o mar e o volume de precipitação sobre a região costeira do Nordeste do Brasil (NEB), muitas vezes, causando inundações e transtornos diversos.

Para a análise e previsão das ondas de leste, a literatura sugere diversos campos meteorológicos, como pode ser visto em Silva e Fedorova (2023), sobretudo nos níveis baixos e médios da troposfera, onde podem ser observados os seus sinais mais fortes na vorticidade ciclônica, na divergência, na velocidade vertical etc. Nesse sentido, os escritórios internacionais do *Weather Prediction Center/National Weather Service* (WPC/NWS/NOAA) desenvolveram o algoritmo *Tropical Wave Tracker* (TROPW), que foi lançada em julho de 2024, para apoiar as suas análises diárias sobre o oceano Atlântico Norte, Mar do Caribe e Golfo do México.

O presente trabalho pretende identificar diferentes tipos de ondas de leste sobre o Oceano Atlântico Sul e verificar o desempenho do algoritmo TROPW e dos seus parâmetros no posicionamento e na análise dessas ondas, a fim de auxiliar na avaliação da confiança no seu uso como ferramenta operacional nos serviços meteorológicos do Brasil.

1.1 UMA QUESTÃO DE DEFINIÇÃO

Antes de iniciar as próximas seções do trabalho, é importante apresentar uma dificuldade de consenso com relação à nomenclatura das ondas nos ventos de leste. Nas últimas décadas, muitos estudos foram desenvolvidos sobre esse fenômeno, que passaram a receber diferentes nomes, como “ondas de leste” (Burpee, 1972), “distúrbios ondulatórios” (Reed e Recker, 1971; Reed *et al.*, 1977), “ondas tropicais” (*National Hurricane Center*), “ondas tropicais de leste” (Ladwig e Stensrud, 2009) etc. Isso causa certa confusão, principalmente quando se trata de comunicação de um serviço meteorológico operacional para o público, em sua maioria, leigo sobre as definições técnicas de Meteorologia. O trabalho de Silva e Fedorova (2023) faz um retrospecto dos estudos realizados acerca das ondas de leste e evidencia o problema na padronização da nomenclatura. Atualmente, o glossário METEOTERM¹ e o Guia Global de Previsão de Ciclones Tropicais², ambas publicações oficiais da Organização Meteorológica Mundial (OMM), apresentam as seguintes definições:

Onda de Leste: "Distúrbio de escala sinótica que se move de leste a oeste, superposto ao fluxo básico de leste das regiões tropicais (zona dos ventos alísios)."

Onda Tropical: "Um cavado ou máximo de curvatura ciclônica nos ventos alísios de leste. A onda pode atingir a amplitude máxima na troposfera média inferior, ou pode ser o reflexo de um vórtice frio na troposfera superior ou uma extensão equatorial de um cavado de latitudes médias."

Onda de Leste Africana: "Se forma a partir de instabilidades no Jato de

Leste Africano, na região da monção no oeste da África equatorial, e se desenvolverão se conseguirem formar convecção persistente sobre o Oceano Atlântico Tropical."

Nota-se que o termo “Onda de Leste” é o mais genérico de todos, não fornecendo detalhes sobre o nível vertical em que ocorre e, junto com a definição de “Onda Tropical”, não faz alusão a nenhum mecanismo de formação em específico, inclusive, podendo ser o reflexo de um cavado ou baixa pressão em níveis superiores da atmosfera. Já o termo Onda de Leste Africana especifica o tipo de onda de leste a que se refere, restringindo às ondas que se formam no Jato de Leste Africano. No entanto, além do Jato de Leste Africano, outros mecanismos podem dar origem a distúrbios nos ventos de leste da região tropical, o que nos leva a concluir que toda onda africana é uma onda de leste, mas, nem toda onda de leste é de origem africana.

O glossário do *National Hurricane Center* (NHC/NOAA)³, que é o Centro Meteorológico Regional da OMM para o monitoramento de ciclones tropicais no Atlântico Norte, possui apenas a definição de “Onda Tropical”, que é utilizada operacionalmente em suas cartas meteorológicas para identificar esses distúrbios ondulatórios. E, de acordo com o glossário de termos tropicais do Serviço Meteorológico Americano (*National Weather Service*)⁴, “as ondas tropicais também são conhecidas como ondas de leste”, o que mostra a equivalência entre as definições. Talvez como uma tentativa de não se utilizar uma definição muito abrangente, o termo “Onda Tropical” se popularizou e passou a ser utilizado pelo NHC, referindo-se às perturbações de origem africana.

¹<https://wmo.int/wmo-community/meteoterm>

²<https://cyclone.wmo.int/pdf/Global-Guide-to-Tropical-Cyclone-Forecasting.pdf>

³<https://www.nhc.noaa.gov/aboutgloss.shtm>

⁴https://www.weather.gov/mob/tropical_definitions



No presente estudo, utilizaremos “Onda de Leste”, pois se trata de um termo mais genérico e por haver divergências quanto à classificação do fenômeno no Brasil, como pode ser visto no trabalho de Silva e Fedorova (2023).

1.2 ESTUDOS SOBRE ONDAS DE LESTE NO OCEANO ATLÂNTICO SUL

O mecanismo de formação, a estrutura e a climatologia das ondas de leste e das ondas de leste de origem africana sobre o Oceano Atlântico Norte foram muito bem estudadas e até hoje são tema de pesquisa em Meteorologia Tropical [Riehl (1945), Frank (1969), Burpe (1972), Reed et al. (1977), Albignat e Reed (1980), Berry e Thorncroft (2005), entre outros].

Sobre o Oceano Atlântico Sul, as primeiras investigações sobre ondas de leste foram feitas por Yamazaki e Rao (1977). Eles identificaram que a propagação de nebulosidade de leste a oeste ao longo do Atlântico Sul (05°S a 10°S) parte aproximadamente de 010°E e com velocidade média de 10 m/s ou aproximadamente 10° de longitude por dia. Nesses casos, grande parte dos aglomerados de nuvens se dissiparam após adentrar o litoral do Brasil, por volta de 040°W, exceto alguns que conseguiram avançar pelo interior do continente.

Estudando as alternâncias das condições do tempo sobre a Ilha Ascensão, em aproximadamente em 8°S e 14°W, Hall (1989) concluiu que os distúrbios atmosféricos que se movem sobre a Ilha têm as características das ondas de leste do Atlântico Norte. Por meio do estudo de imagens de satélite, a origem dessas ondas foi indicada como sendo na região central equatorial da África, e os meses de máxima atividade em março e abril.

Alguns estudos mais aprofundados foram feitos para entender

as características estruturais e a periodicidade dessas ondulações. Nesse contexto, Diedhiou *et al.* (2010) utilizou dados de reanálise para investigar as características cinemáticas das ondas de leste no Oceano Atlântico em ambos os hemisférios, onde foram filtradas as perturbações no nível de 700 hPa dentro do período de 3 a 10 dias. Foram encontrados núcleos de vortacidade se propagando para oeste durante todo o ano em ambos os hemisférios, sendo que as maiores magnitudes foram encontradas no Atlântico Norte, no período de julho a setembro. No Atlântico Sul, a maioria dos distúrbios foram observados entre janeiro e abril e entre setembro e dezembro, com períodos de 3 a 9 dias. Os autores apontaram que a convecção profunda nesses distúrbios ocorre principalmente sobre ou próximo dos continentes (Brasil e África central e oeste).

Especificamente sobre o Brasil, Kouadio *et al.* (2012) encontraram que as ondas de leste foram responsáveis por cerca de 50% do número de episódios de chuvas intensas e 60% do total de precipitação na região do NEB. Durante esses eventos, que ocorreram em sua maioria durante anomalias positivas de Temperatura de Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Sul equatorial, houve aceleração dos ventos alísios, o que levou a maior evaporação e ao transporte de grande quantidade de umidade em direção ao continente americano.

O trabalho observacional de Gomes *et al.* (2015), durante a estação chuvosa do NEB, mostraram uma estrutura bem organizada da onda nos campos de baixos níveis (1000 hPa a 700 hPa), com anomalias na vortacidade ciclônica, convergência horizontal entre os níveis de 1000 hPa e 850 hPa e de divergência em 700 hPa, além de ser acompanhada por uma pluma de umidade. E Gomes *et al.* (2019) aprofundou o conhecimento sobre as ondas de leste no Atlântico Sul por meio de uma climatologia.

Dentre os 518 casos de ondas de leste encontrados, cerca de 83% ocorreram entre os meses de abril a agosto. Das ondas contabilizadas, cerca de 97% atingiram o NEB, das quais 64% apresentaram atividade convectiva. A análise da precipitação evidenciou que as ondas contribuíram com cerca de 60% do total da precipitação sobre a costa leste do NEB durante a estação chuvosa, o que concorda com os resultados de Kouadio *et al.* (2012).

Diferente de estudos anteriores, a climatologia de Gomes *et al.* (2019) identificou e classificou as fontes das perturbações que geram as ondas de leste que se propagam até o NEB, sendo 1,54% dos casos gerados por Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN); 6,37% pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); 10,04% pelos sistemas convectivos emergentes da costa oeste da África; e 72,2% devido à intrusão de frentes frias em baixas latitudes. O restante das ondas (9,85%) foi gerado pela interação entre essas fontes. A grande quantidade de casos observados entre abril e agosto nesse trabalho, diferente dos resultados de Diedhiou *et al.* (2010), deve-se à inclusão dos remanescentes de frente frias como gatilhos para a formação de ondas de leste nas proximidades do litoral do NEB. Vale destacar que esses fenômenos (VCAN, ZCIT e frentes) servem apenas de gatilho para as ondas de leste, que, após formadas, se deslocam de forma independente de suas fontes.

Assim como no estudo de Gomes *et al.* (2015), o trabalho de Gomes *et al.* (2019) mostra convergência na onda de leste em torno de 1000 hPa e a divergência mais intensa em 700 hPa, evidenciando que as ondas de leste sobre o Atlântico são predominantemente rasas. Também foi detectada uma inclinação para oeste e anomalias de vorticidade ciclônica mais fortes em 700 hPa.

Na busca por uma metodologia unificada para a detecção de ondas de leste tropicais em todo o mundo, Hollis *et al.* (2024) aplicou o algoritmo TRACK (Hodges, 1995) para a detecção de perturbações no escoamento de leste nos campos de 700 hPa e 850 hPa, que são os níveis em que a maior parte dos trabalhos para as diversas bacias oceânicas detecta as maiores anomalias relacionadas à atividade da onda. Os autores encontraram ondas tropicais em todas as regiões tropicais de ambos os hemisférios, em sua maior parte entre 15°S e 15°N, com maior atividade nos Oceanos Atlântico Norte e Pacífico Norte. O nível de maior atividade das ondas depende de cada região, sendo que, sobre o Oceano Atlântico Sul, 700 hPa foi o nível mais notável.

1.3 AS ONDAS DE LESTE E OS SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA NAS PROXIMIDADES DO NEB

Analisando o ambiente pelo qual as ondas de leste passam, as áreas de TSM mais elevadas e com grande quantidade de umidade nos baixos níveis favorecem a formação de convecção profunda e organizada na forma de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), uma vez que a onda induz dinamicamente movimentos ascendentes. Entretanto, os resultados de Kouadio *et al.* (2012) mostram que todos os SCM associados a ondas de leste que iniciaram na África dissiparam em torno de 5°E e nunca atingiram o NEB, e que todos os SCM que atingiram o NEB iniciaram sua atividade em torno de 20°W. Isso indica que as condições ambientais na parte central do Oceano Atlântico Sul tropical, especialmente ao sul de 5°S, não são muito favoráveis à convecção profunda e que as ondas de leste, ao se deslocarem sobre a corrente Sul Equatorial e a corrente do Brasil nas proximidades do NEB, encontram condições



mais propícias. As TSM do Atlântico Sul, que normalmente são mais baixas que as do Atlântico Norte, e a presença da inversão dos ventos alísios, causada pela Alta Subtropical do Atlântico Sul, inibem os movimentos verticais ascendentes, fazendo com que a onda se propague com nuvens de pequeno desenvolvimento vertical (Molion e Bernardo, 2002), o que torna mais difícil sua detecção por imagens de satélite na maior parte do seu trajeto.

Também é importante destacar a importância da interação das ondas de leste com a circulação de brisas nas proximidades do NEB e com a topografia da região, que pode aumentar a convergência em níveis baixos e contribuir para a formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical e grandes acumulados de precipitação.

Além dos fatores oceânicos relacionados à disponibilidade de energia e à instabilidade atmosférica, que podem afetar a formação de SCM durante a passagem de uma onda de leste no litoral do NEB, a fase da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) deve ser levada em consideração no prognóstico dos acumulados de precipitação causados pelo fenômeno. A OMJ influencia não apenas a frequência da formação das ondas de leste africanas (Ventrice *et al.*, 2011), como pode também suprimir a convecção induzida por elas, mesmo em áreas termodinamicamente favoráveis. O trabalho de Giraldo-Cardenas *et al.* (2022) encontrou que a fase divergente da OMJ está relacionada à característica mais convectiva das ondas de leste africanas no Atlântico Norte, quando passam sobre o norte da América do Sul e Caribe. Se a fase da OMJ é convergente, há um predomínio de ondas de leste secas,

que passam praticamente invisíveis nas imagens satelitais sobre a região. Não foram encontrados trabalhos que avaliem a relação da Oscilação com as ondas de leste que ocorrem no Atlântico Sul, porém, como a OMJ é o principal modo de variabilidade climática sobre a região tropical da América do Sul na escala intrasazonal e tem impacto significativo na precipitação diária e nos eventos extremos sobre a América do Sul, principalmente na sua parte central e leste (Grimm, 2019), é provável que ela desempenhe um papel importante na modulação da precipitação causada por ondas de leste no NEB.

2. METODOLOGIA

Como o foco do presente trabalho é a identificação de ondas de leste no Oceano Atlântico Sul, que se deslocam da África até a região Nordeste do Brasil, o domínio empregado é a área compreendida entre as latitudes de 20°S e 5°N e as longitudes de 040°W e 010°E (Figura 1).

As ondas de leste que ocorreram entre março e junho de 2024 foram identificadas, inicialmente, por meio de dados de reanálise, cujos resultados serviram como controle. Posteriormente, os casos contabilizados na primeira etapa foram analisados utilizando o algoritmo TROPW da NOAA a fim de avaliar as suas potencialidades para sua utilização sobre as proximidades do NEB.



Figura 1- Domínio da área de análise.

2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CASOS DE ONDAS DE LESTE POR REANÁLISE

Para a identificação e contabilização das ondas de leste durante o período, foi realizada a inspeção visual nos campos meteorológicos horizontais e nos cortes verticais gerados por reanálise, vento, temperatura, umidade específica, água precipitável na coluna atmosférica e vorticidade. Durante essa etapa do trabalho, os dados utilizados foram da reanálise do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) Atmospheric ReAnalysis - 5ª Geração (ERA5)* (Hersbach et al., 2018), e os gráficos elaborados utilizando o programa *Grid Analysis and Display System (GrADS)* (Doty e Kinter, 1995), na versão *Opengrads* para *Windows*.

Após a análise dos campos de vorticidade em 700 hPa, em 850 hPa e na camada média entre 850 e 700 hPa, conforme recomendado por Gomes *et al.* (2015), Gomes *et al.* (2019) e Hollis *et al.* (2024), combinados com as linhas de corrente nos respectivos níveis, foram identificados os casos de ondas de leste que chegaram à região leste do NEB, entre os estados da Bahia e Rio Grande do Norte, como o exemplo apresentado na Figura 2. Também foram analisados os cortes verticais para todos os casos, como no exemplo da Figura 3, a fim de excluir as perturbações em baixos níveis da atmosfera que eram apenas o reflexo da presença de vórtices ciclônicos ou cavados de altos níveis, e não ondas de leste com movimento independente.

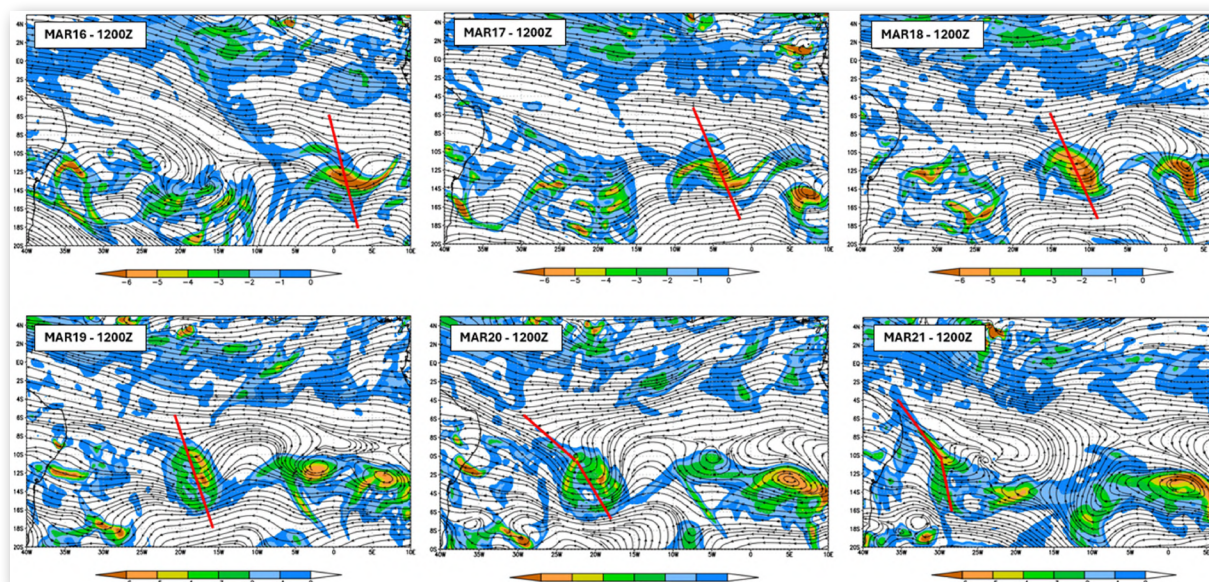


Figura 2- Vorticidade relativa média negativa (10^{-5}s^{-1}) e linhas de corrente média, entre os níveis de 850 hPa e 700 hPa, entre os dias 16 e 21 de março de 2024. A linha vermelha marca aproximadamente o eixo de uma onda de leste se propagando pelo Oceano Atlântico.

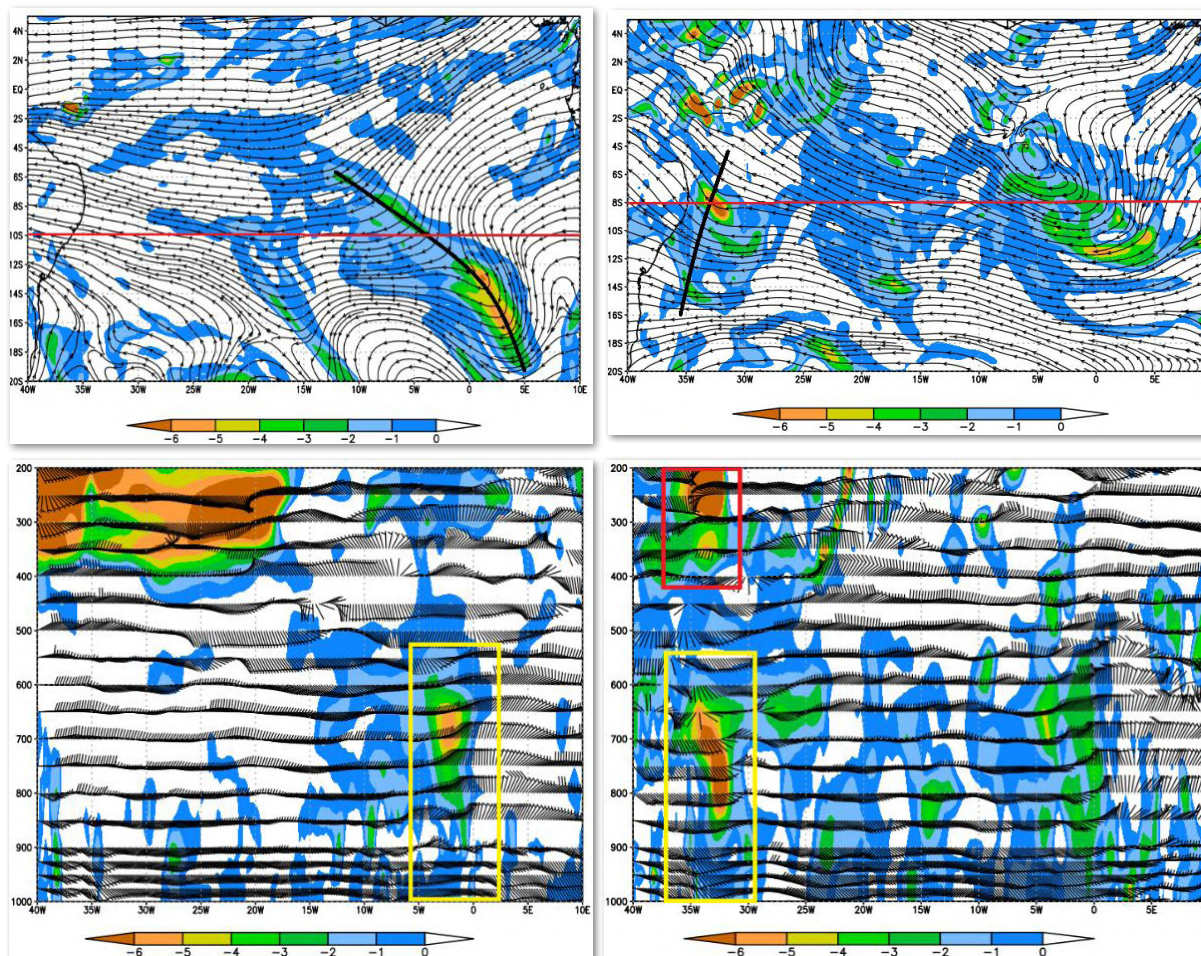


Figura 3- Campos de vorticidade relativa média negativa ($10^{-5}s^{-1}$) e linhas de corrente média, entre os níveis de 850 hPa e 700 hPa, e cortes verticais do vento e vorticidade relativa negativa para os dias 17 de março às 12Z (esquerda) e 24 de março às 12Z (direita). As linhas vermelhas nas figuras superiores correspondem às latitudes dos respectivos cortes verticais. Nas figuras inferiores, os retângulos amarelos destacam as posições da onda de leste, que, ao se aproximar do NEB, se posicionou sob um VCAN (retângulo vermelho).

Durante a análise das ondas de leste, os casos foram classificados conforme a proposta de Gomes et. al. (2019), como ondas de leste “africanas”, quando foi possível perceber a propagação contínua para oeste do conjunto núcleo de vorticidade negativa e o padrão ondulatório nas linhas de corrente em 850-700 hPa partindo do

continente africano, enquanto as ondas “não-africanas” foram aquelas que surgiram na parte central ou oeste do Oceano Atlântico Sul devido a outros fatores, como perturbações geradas pela ZCIT, por VCAN e por vorticidade ciclônica remanescente de frentes frias que adentraram as latitudes tropicais.

2.2 ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE PELO ALGORITMO TROPW (WPC/NWS/NOAA)

Após a identificação das ondas por reanálise, foi utilizada a metodologia experimental empregada pelos Escritórios Internacionais da NOAA para a detecção de ondas de leste no Oceano Atlântico Norte e Caribe (algoritmo TROPW). Dessa forma, foi possível verificar o desempenho do TROPW na detecção dos diferentes tipos de ondas no Atlântico Sul e na indicação do potencial de atividade convectiva nas proximidades do NEB.

Os resultados do algoritmo foram obtidos por meio do software *Windows based Gridded Interactive Display and Diagnostic System* (WINGRIDDS⁵), utilizando as análises do modelo Global Forecast System (GFS) do *National Centers for Environmental Prediction* com resolução de 0.25° de latitude e longitude (NCEP, 2015).

O algoritmo TROPW é uma ferramenta que foi desenvolvida pela NOAA em 2019, com melhorias incluídas nos anos de 2023 e 2024, e disponibilizada de forma experimental na página do WPC⁶, diariamente, desde julho de 2024. Segundo as informações do WPC⁶, trata-se de um produto que une em uma única imagem diversos parâmetros que são considerados os melhores para o acompanhamento das ondas de leste:

- **Vorticidade relativa de curvatura na camada entre 850 hPa e 600 hPa:** Ao longo da experiência dos últimos anos, os Escritórios Internacionais definiram essa camada como sendo a melhor para a

identificação das ondas tropicais que ocorrem no Oceano Atlântico Norte.

- **Linhas de corrente do escoamento e ventos médios entre 850 hPa e 700 hPa:** Cavados associados com a propagação de ondas de leste são encontrados com maior intensidade nesse nível.

- **Vorticidade potencial média na camada entre as isentrópicas de 315 K e 320 K:** Essa quantidade é conservada em superfícies isentrópicas e ajuda no rastreamento de ondas que se propagam nos ventos alísios.

- **Índice Galvez-Davison (GDI):** Fornece uma indicação das áreas com potencial para convecção profunda e destaca áreas com umidade e instabilidade aumentadas, que muitas vezes tendem a se alinhar perto dos eixos das ondas de leste. Maiores detalhes podem ser encontrados no trabalho de Gálvez e Davison (2016).

- **Convergência do Fluxo de Umidade entre 925 hPa e 700 hPa:** Destaca áreas favoráveis à iniciação convectiva, que geralmente ocorrem nas proximidades do eixo da onda.

A Figura 4 apresenta graficamente os parâmetros listados anteriormente, por meio de um exemplo do resultado do algoritmo TROPW para uma onda de leste africana que se desloca sobre o Oceano Atlântico Norte. A interseção dos picos de vorticidade potencial, vorticidade ciclônica de curvatura, da convergência de umidade e GDI, sobreposta às linhas de corrente nos níveis apresentados, permite a identificação do eixo mais provável da onda de leste.

⁵<https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/internal/WINGRIDDS/>

⁶<https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/wng/CAR/index.shtml>

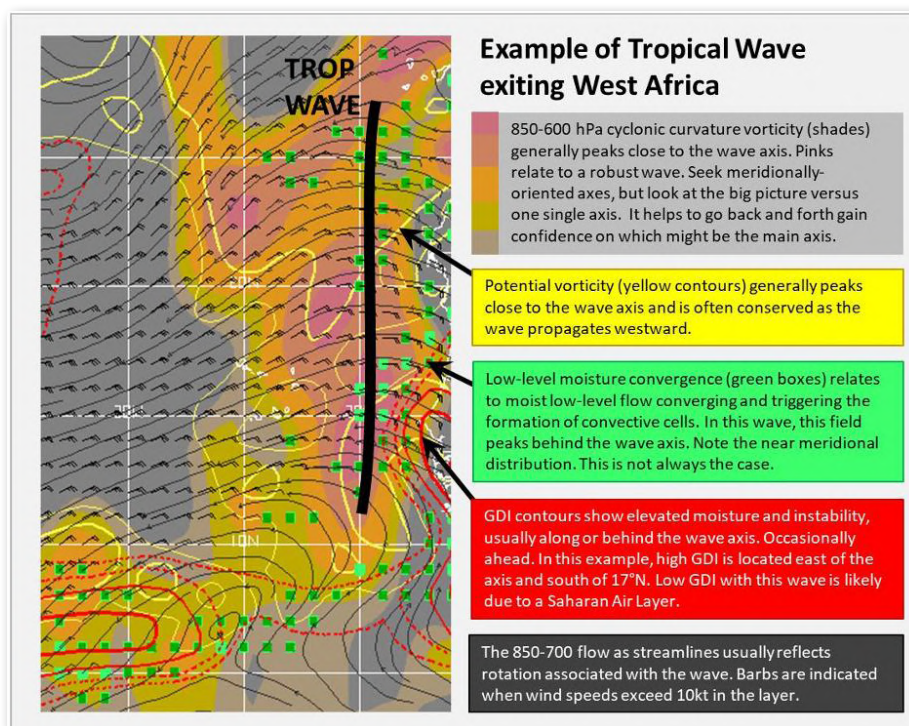


Figura 4- Aplicação do TROPW para uma onda de leste Africana sobre o Atlântico Norte e uma breve descrição do gráfico. Fonte: *International Desks/Weather Prediction Center*.

A avaliação da nebulosidade associada às ondas de leste foi feita por meio de imagens do satélite METEOSAT-9 (EUMETSAT), canal infravermelho realçado (10,8 microns) e canal visível (0,8 micron), disponibilizadas pela Divisão de Satélites Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/INPE).

Também foram utilizados dados de precipitação das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados do *Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM* (Huffman *et al.* 2015), disponibilizados pelo INPE.

Fontes dos dados:

Imagens de satélite: <https://satellite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic?i=br>

Dados de estações meteorológicas do INMET: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes>

Dados de precipitação MERGE: <https://>

clima2.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da inspeção dos campos meteorológicos, cortes verticais e imagens de satélite, foi possível encontrar 21 ondas de leste que atingiram a costa leste do NEB no período do estudo. Foram contabilizadas 7 ondas de origem africana, 2 provenientes de perturbações na ZCIT e 12 formadas a partir de vorticidade remanescente de incursões frontais em baixas latitudes. Não foram encontradas ondas geradas por VCAN. Dentre os 21 casos, 11 geraram atividade convectiva nas proximidades ou sobre o NEB, sendo alguns desses com grandes acumulados de precipitação, como o registro de 176 mm de chuva em Natal, Rio Grande do Norte, entre os dias 7 e 8 de março de 2024. A distribuição mensal das ondas identificadas encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Ondas de leste que atingiram a costa do NEB entre março e junho de 2024, identificadas por meio da inspeção visual dos campos e cortes verticais dos dados de reanálise ERA-5.

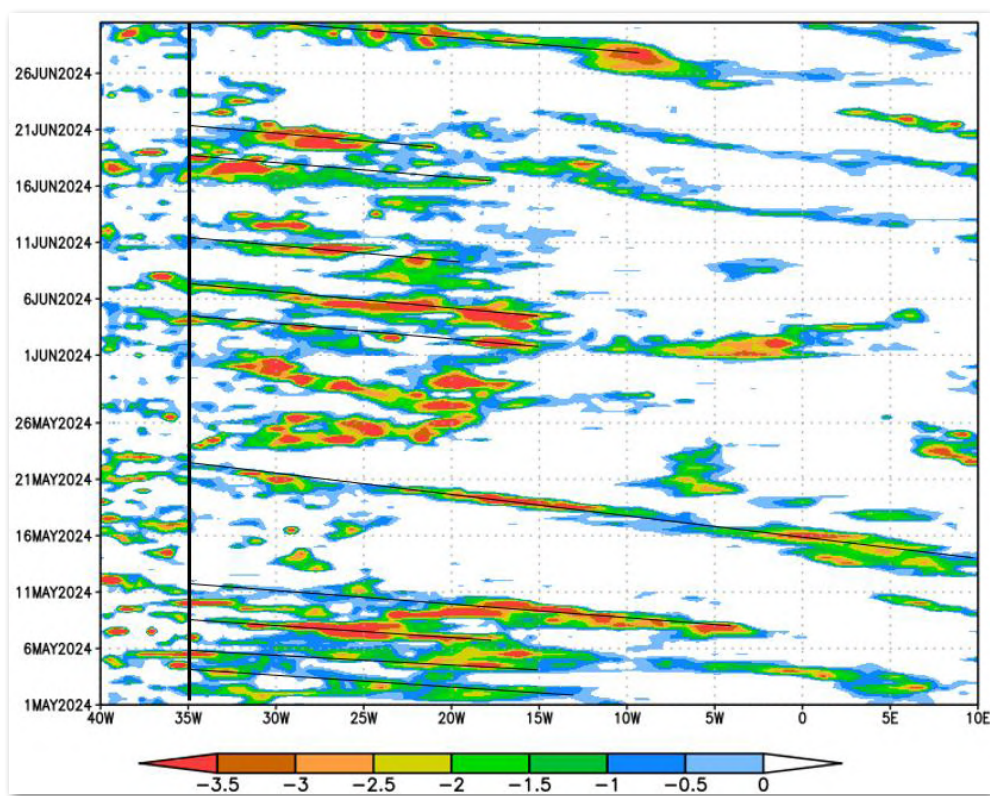
Tipo de Onda	Março	Abril	Maio	Junho
Africana	5	1	1	0
ZCIT	2	0	0	0
Frontal	0	2	4	6
Total	7	3	5	6

Fonte: Autor.

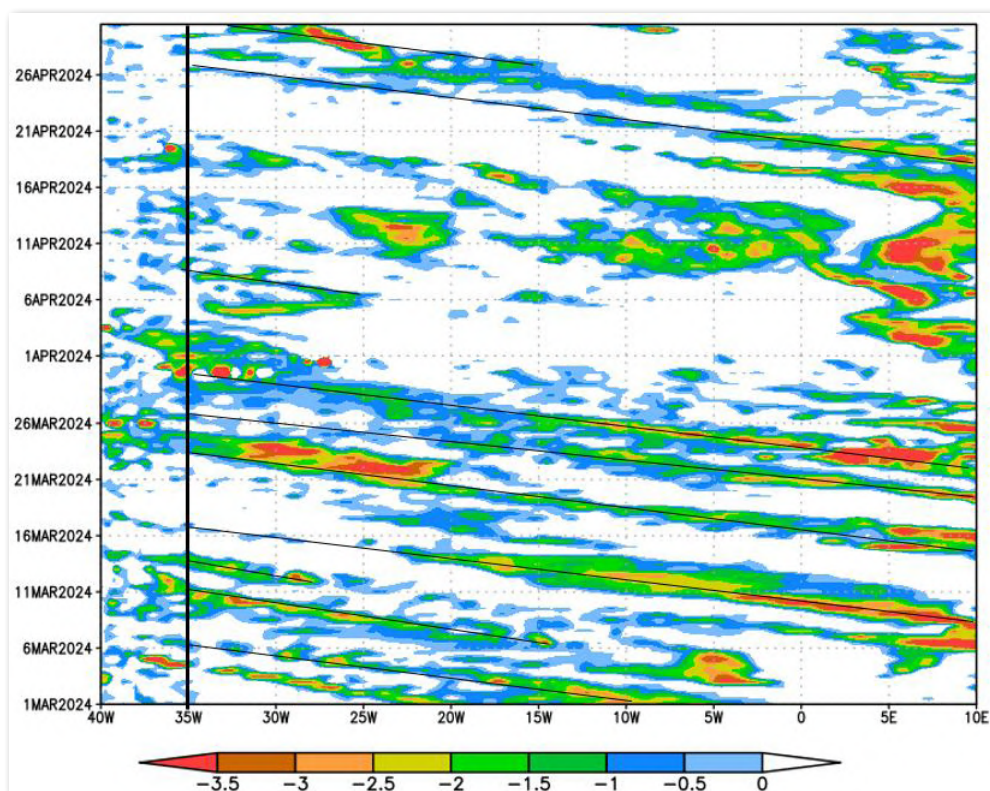
A distribuição mensal das ondas africanas apresentadas na Tabela 1 é coerente com os resultados apresentados por Diedhiou *et al.* (2010), nos quais a maior frequência ocorreu entre os meses de janeiro e abril. E o aumento progressivo da ocorrência de eventos de ondas de leste de origem frontal está de acordo com o aumento da frequência da passagem de frentes frias e sua atuação mais a norte, à medida que se aproxima o inverno austral. O deslocamento da ZCIT e da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) para norte entre os meses de março a junho é uma possível causa da redução da propagação de ondas africanas até o NEB, tendo em vista o aumento gradual da vorticidade anticiclônica, da intensidade dos movimentos subsidentes e da estabilidade atmosférica sobre o Atlântico Sul.

Os diagramas de *Hovmöller* (diagrama longitude x tempo), apresentados na Figura 5, mostram a vorticidade negativa média

entre 5°S e 10°S e entre 850 hPa e 700 hPa, evidenciando o deslocamento de diferentes sistemas ciclônicos, entre as costas da África (010°E) e do NEB (035°W). As 21 ondas que foram identificadas pela reanálise estão indicadas pelas linhas transversais no diagrama, enquanto as demais áreas de vorticidade negativa são o reflexo de fenômenos diversos, como cavados induzidos em baixos níveis e acoplados à circulação de altos níveis, à ZCIT ou à presença de sistemas frontais, mas que não apresentaram as características de propagação independente observadas nas ondas de leste. É possível perceber que, nos meses de maio e junho, a maior quantidade de núcleos de vorticidade negativa se localizava a oeste de 015°W, o que pode estar relacionado à maior quantidade de remanescentes frontais na região e à redução de perturbações que conseguem atravessar o Atlântico desde a África até o Brasil.



a)



b)

Figura 5- Diagrama de *Hovmöller* para vorticidade relativa negativa (10^{-5}s^{-1}) entre 5°S e 10°S e entre 850 hPa e 700 hPa para os meses de maio e junho (a) e março e abril de 2024 (b). As linhas pretas indicam a trajetória das ondas de leste identificadas. Fonte: Autor.

Por meio do algoritmo TROPW foi possível identificar todas as 21 ondas de leste encontradas por reanálise, desde o seu início (não mostrado) até o NEB. Na Figura 6, estão representadas as ondas nas proximidades do NEB, sendo chamadas de “convectivas”, quando produziram atividade convectiva de grande desenvolvimento vertical, e “não-convectivas”, quando geraram apenas nuvens

estratiformes ou nuvens convectivas de menor desenvolvimento vertical, identificadas por meio das imagens de satélite infravermelhas realçadas. Como critério para a identificação de nuvens convectivas profundas, foi considerada a temperatura de brilho inferior a -30°C nos topos das nuvens, que corresponde a aproximadamente 10 km de altura nas latitudes equatoriais.

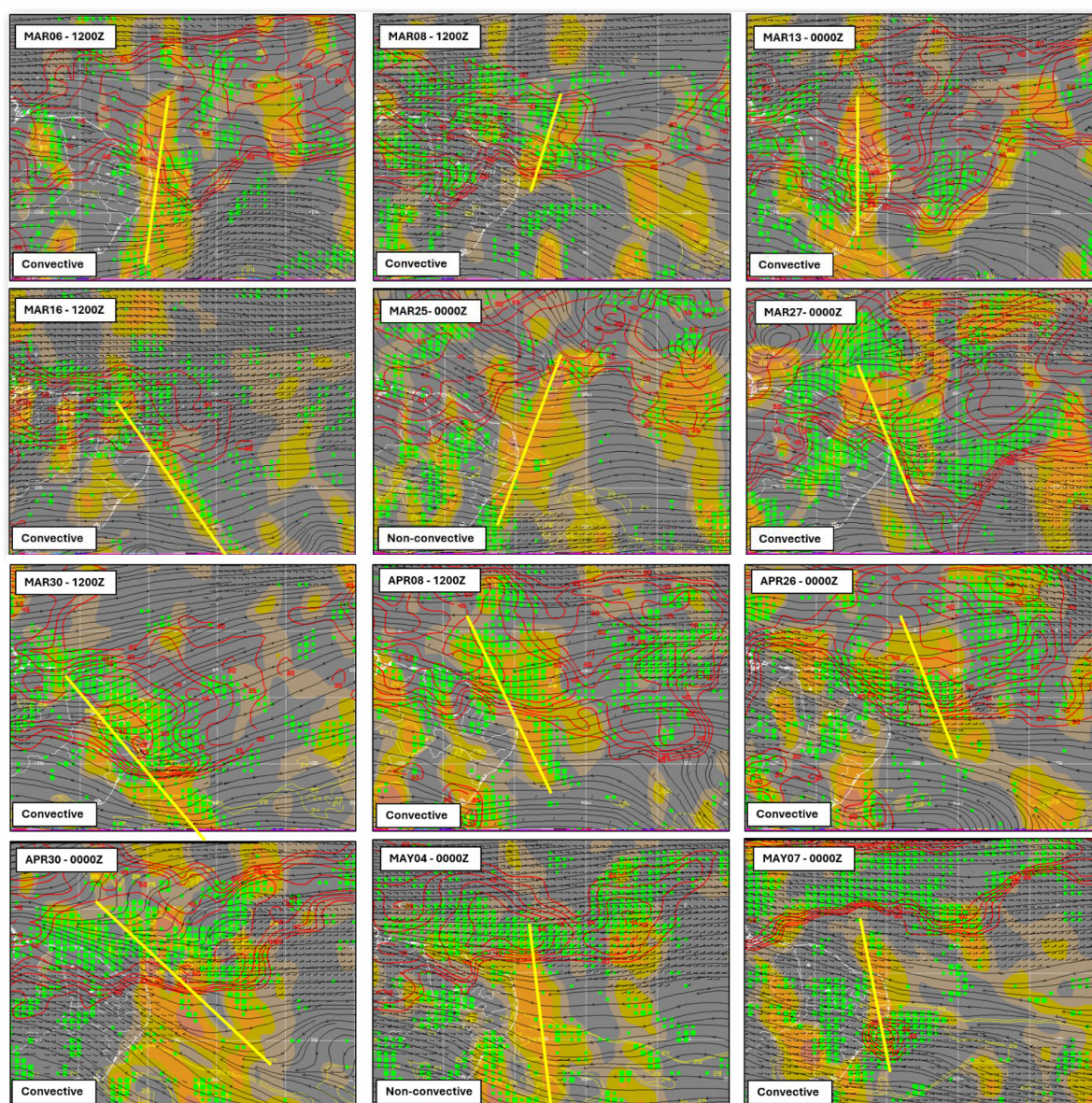
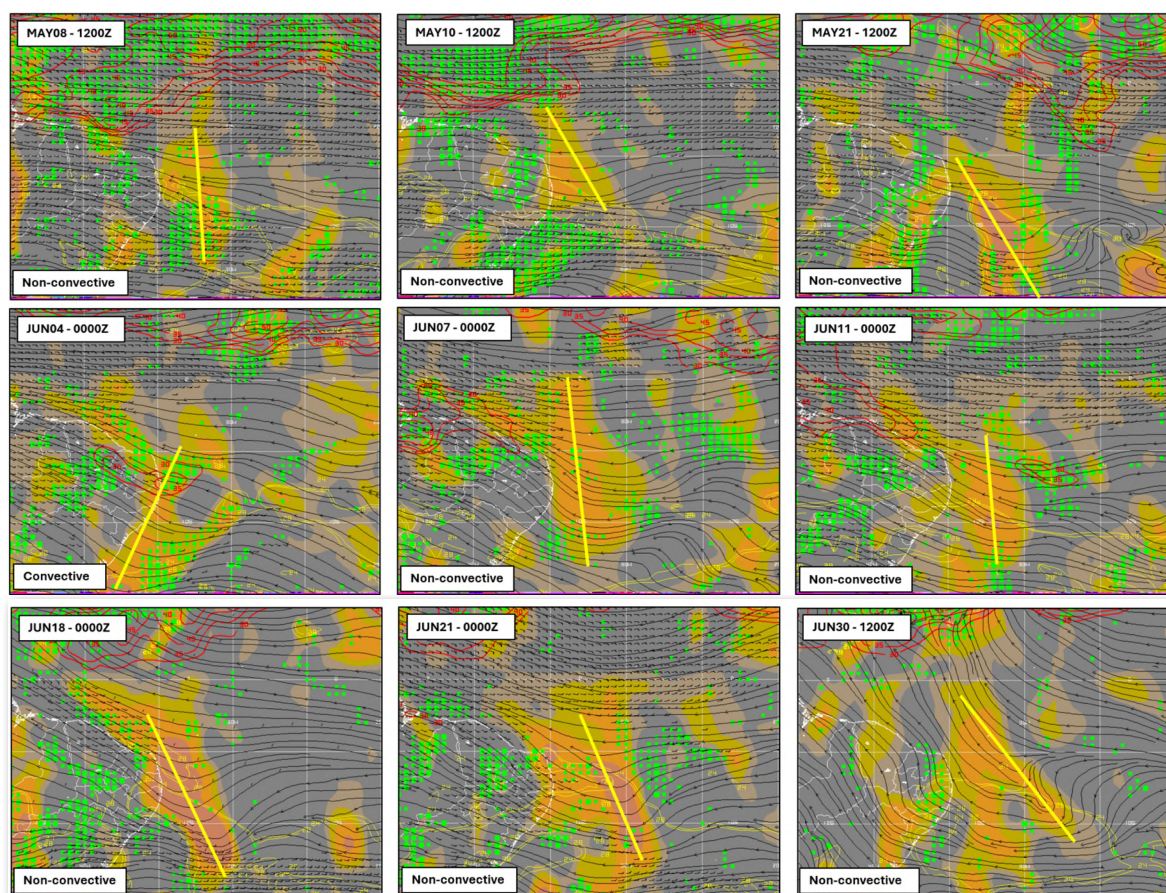


Figura 6- Resultados do algoritmo TROPW para os 21 casos de ondas de leste nas proximidades do NEB, conforme a descrição da Figura 4. A linha amarela representa aproximadamente a localização do eixo da onda. Os casos estão identificados na parte inferior esquerda como convectivos ou não-convectivos. Fonte: Autor.



Continuação da Figura 6. Fonte: Autor.

Analisando todos os casos, desde a sua formação até a chegada no NEB, destaca-se que o parâmetro de vorticidade relativa de curvatura foi o mais robusto para o posicionamento das ondas, apresentando maiores valores nas proximidades da costa do Brasil, onde as ondas, no geral, tendem a se amplificar, aumentando a sua vorticidade ciclônica.

A convergência de umidade auxiliou no posicionamento de quase todas as ondas convectivas, por se apresentarem concentradas nas proximidades do eixo da onda. Já nos casos de ondas não-convectivas, a convergência de umidade foi fraca e dispersa ao redor do eixo da onda. Em todos os casos de atividade convectiva profunda e chuvas intensas sobre o NEB, o

índice GDI esteve presente sobre a região com valores superiores a 30, reforçando a sua habilidade no prognóstico de convecção tropical, incluindo a região do NEB (Gálvez e Davison, 2016).

O parâmetro de Vorticidade Potencial (VP) se mostrou mais útil na detecção das ondas geradas por remanescentes frontais. Nesses casos, altos valores de VP são advectados para norte pela onda baroclínica, e permanecem em baixas latitudes perturbando o escoamento de leste em baixos níveis e gerando uma série de ondulações que atingem o NEB. Nos meses de março e abril, a VP nem sempre foi um parâmetro que auxiliou na determinação do eixo das ondas, pois surgiram com pequenos valores dispersos ao redor da onda.

Na Figura 6, é possível notar, nos meses de março e abril, os altos valores de GDI destacando a posição da ZCIT que oscila em sua posição climatológica nas proximidades do equador. A partir de maio, os maiores valores de GDI se deslocam para norte, mostrando a migração da ZCIT para o hemisfério norte. Portanto, os resultados mostram que, nos meses em que a ZCIT está posicionada mais ao sul, as ondas perturbaram o campo de vento, aumentando sua componente meridional e transportando umidade e ar instável (altos valores de GDI) da ZCIT diretamente para o NEB, convergindo principalmente na retaguarda e na parte mais ao norte da onda.

A respeito da atividade convectiva observada nas imagens de satélite, vale destacar que, no mês de março, das sete ondas registradas, seis foram convectivas e apenas uma, de origem africana, passou sobre o NEB sem atividade convectiva significativa (dia 25). Essa última se posicionou sob a subsidência de um VCAN que atuava sobre

a região, inibindo a formação de nuvens profundas. No mês de abril, as três ondas (uma africana e duas frontais) ocasionaram convecção significativa sobre o NEB. Em maio e junho, foi possível perceber uma redução da atividade convectiva associada às ondas de leste, pois apenas um evento em cada mês foi convectivo (dias 7 de maio e 4 de junho). Esse fato pode estar relacionado à redução da instabilidade atmosférica na área, conforme apontado anteriormente.

Apesar de os eventos dos meses de maio e junho terem sido predominantemente não-convectivos, observa-se uma tendência a maiores concentrações de áreas de convergência de umidade na parte sul da onda, sem preferência pela dianteira ou traseira do seu eixo, conforme pode ser observado nos casos dos dias 7, 8, 10 e 21 de maio. Como as ondas nesses meses são, em sua maioria, geradas por remanescentes frontais, a sua parte sul possui ventos mais intensos devido à combinação da circulação da periferia dos anticiclones migratórios

(ventos de Leste/Sudeste) com a circulação gerada pela onda de leste. Os ventos mais intensos sobre as águas aquecidas da Corrente do Brasil, que fluem de Norte a Sul nas proximidades da costa do Brasil (Figura 7), ocasionam o aumento da disponibilidade de umidade em baixos níveis por meio do efeito evaporativo, que é direcionado à costa leste do NEB (Figura 8).

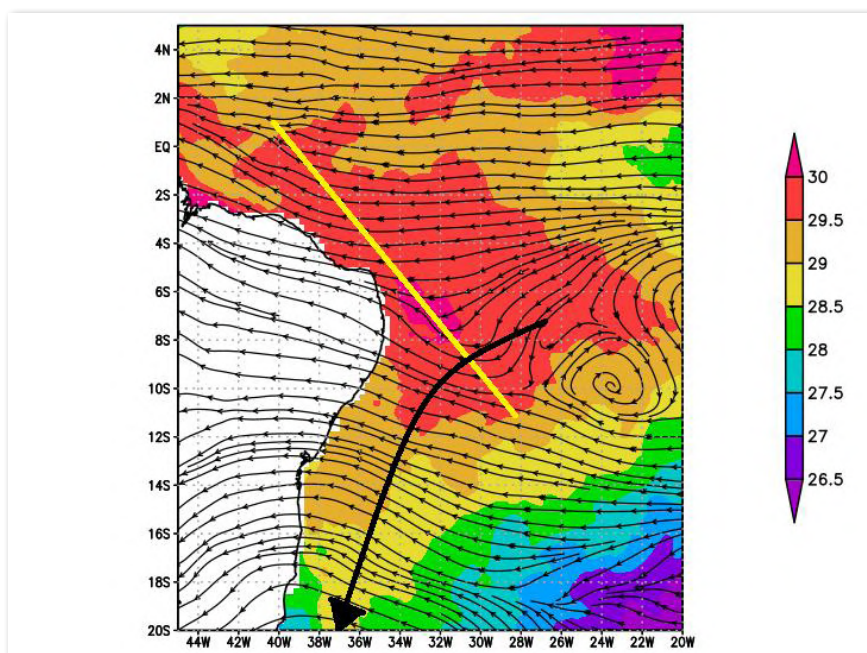


Figura 7- Temperatura da Superfície do Mar (°C) e linhas de corrente médias entre 850 hPa e 700 hPa em 00Z do dia 8 de maio de 2024. A linha amarela representa a posição aproximada do eixo da onda de leste e a seta preta indica o sentido do fluxo da Corrente do Brasil na região. Fonte: Autor.

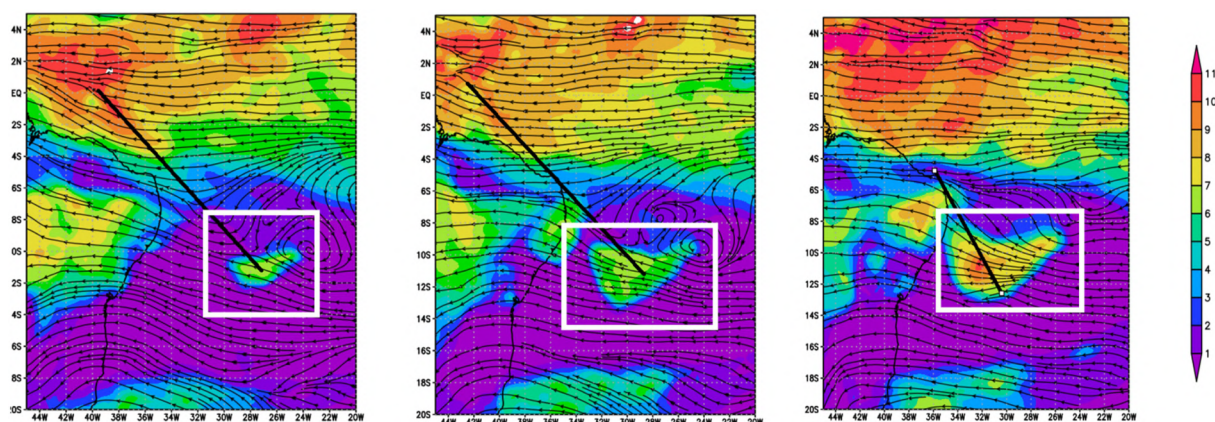


Figura 8- Umidade específica (g/kg) e linhas de corrente médias entre 850 hPa e 700 hPa de 00Z, 06Z e 12Z do dia 8 de maio de 2024 (esquerda para a direita). A linha preta representa a posição aproximada do eixo da onda de leste e as áreas em destaque mostram o aumento da umidade específica na parte sul da onda. Fonte: Autor.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso do algoritmo TROPW desenvolvido pelos Escritórios Internacionais da NOAA auxiliou no posicionamento de todas as 21 ondas de leste identificadas no período de estudo, desde o seu momento inicial na costa da África ou no meio do oceano Atlântico até atingir o NEB. A ferramenta se mostrou útil principalmente no posicionamento de ondas de leste associadas a nuvens estratiformes ou nuvens convectivas rasas, que são de difícil detecção, utilizando imagens de satélite nos serviços meteorológicos operacionais. Ondas de leste que se propagam praticamente “invisíveis” na região central do Atlântico por não produzirem nebulosidade significativa, podem iniciar a formação de intensos Sistemas Convectivos de Mesoescala e chuvas volumosas ao encontrarem ambientes favoráveis nas proximidades do NEB.

Todos os parâmetros do TROPW foram úteis no posicionamento das ondas, porém a vorticidade relativa de curvatura foi o mais robusto, estando bem destacado em todas as ondas. As ondas de leste com atividade convectiva mostraram o parâmetro de convergência de umidade predominantemente na retaguarda do eixo

da onda; já nos casos com nuvens convectivas rasas e nuvens estratiformes, a convergência de umidade ocorreu de forma mais fraca e dispersa no entorno do eixo da onda. No caso das ondas de origem frontal, a convergência de umidade se concentrou mais na parte sul da onda, auxiliando em seu posicionamento. Por sua vez, o parâmetro de vorticidade potencial apresentou fraco sinal nas ondas de origem africana ou ZCIT, enquanto foi bem destacado na detecção do deslocamento de ondas de leste de origem frontal.

Portanto, o uso combinado dos parâmetros que compõem a ferramenta permite a identificação e posicionamento de ondas de leste sobre o Atlântico Sul com mais confiança e a análise de eventos com diferentes características. O uso contínuo da ferramenta também permite a percepção dos efeitos potenciais das ondas de leste em termos de precipitação, de acordo com as diferentes configurações dos parâmetros GDI e de convergência de umidade. Diante dos resultados obtidos, sugere-se que essa ferramenta seja utilizada pelo Serviço Meteorológico Marinho como auxílio na elaboração das suas cartas sinóticas diárias e nas previsões meteorológicas para a METAREA V.

Para trabalhos futuros, sugere-se o aumento do período de análise, a fim de verificar o desempenho do algoritmo em mais casos de ondas de leste originados de remanescentes frontais no auge do inverno. Também sugere-se realizar o teste de inclusão do parâmetro de água precipitável no algoritmo para o rastreamento das ondas de

leste pelo Atlântico Sul, uma vez que Gomes *et al.* (2015) identificou plumas de umidade associadas a elas, e diagramas de *Hovmöller* de desvios zonais de água precipitável (não mostrados) sugerem que esse parâmetro é aproximadamente conservado ao longo do deslocamento das ondas de leste pelo Atlântico Sul.

5. AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos Escritórios Internacionais do *Weather Prediction Center* (WPC/NWS/NOAA), especialmente ao Dr. José Gálvez, pelas instruções sobre o índice GDI, o

algoritmo TROPW e o software WINGRIDDS, que permitiram a elaboração do presente trabalho durante a realização do Treinamento em Análise de Sistemas Tropicais entre os meses de agosto e novembro de 2024.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albignat, J. P., e R. J. Reed, 1980: The origin of African wave disturbances during phase III of GATE. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 1827–1839.

Balachandran, S., Pai, D. S. e Prasad, S. K., 1998: Some Features of an Inverted V-Type Easterly Wave over Indian Seas. *Mausam*, 49, 266-268.

Berry, G. J., e C. Thorncroft, 2005: Case study of an intense African easterly wave. *Mon. Wea. Rev.*, 133, 752–766.

Burpee R. W., 1972: The origin and structure of easterly waves in the lower troposphere of North African. *J Atmos Sci* 29:77–90.

Diedhiou, A., Machado, L. A. T., and Laurent, H., 2010: Mean kinematic characteristics of synoptic Easterly disturbances over the Atlantic. *Advances in Atmospheric Sciences*, vol. 27, pp. 483–499.

Doty, B. E. and Kinter, J. L., 1995: Visualization Techniques in Space and Atmospheric Sciences. *Geophysical Data Analysis and Visualization using GrADS*. eds. E.P. Szuszcwicz and J.H. Bredekamp, NASA, Washington, D.C., 209-219.

Frank, N. L., 1970: Atlantic Tropical Systems of 1969. *Mon. Wea. Rev.*, 98, 307-314.

Gálvez, J. M. and Davison, M., 2016: The Gálvez-Davison Index for Tropical Convection. Disponível em: <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/gdi/>. Acessado em 10/03/2025.



Giraldo-Cardenas, S., Arias, P. A., Vieira, S. C., and Zuluaga, M. D., 2022: Easterly waves and precipitation over northern South America and the Caribbean. *International Journal of Climatology*, 42(3), 1483–1499.

Gomes, H. B.; Ambrizzi T., Herdies, D.L. et al., 2015: Easterly wave disturbances over northeast Brazil: An observational analysis. *Advances in Meteorology*, v. 2015, 176238.

Gomes, H. B.; Ambrizzi, T., Pontes da Silva, B. F. et al., 2019. Climatology of easterly wave disturbances over the tropical South Atlantic. *Climate Dynamics*, v. 53, p. 1393-1411.

GRIMM, A.M., 2019: Madden-Julian Oscillation impacts on South America summer monsoon season: precipitation anomalies, extreme events, and teleconnections. *Climate Dynamics*.

Hall, B. A., 1989: Westward-moving disturbances in the South Atlantic coinciding with heavy rainfall events at Ascension Island. *Meteor. Mag.*, 118, 175–181.

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P. *et al.*, 2023: ERA5 hourly data on pressure levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS).

Hodges KI, 1995: Feature tracking on a unit sphere. *Monthly Weather Rev.* 123:3458–3465.

Hollis, M. A., McCrary, R.R., Stachnik, J. P. *et al.*, 2024: A global climatology of tropical Easterly waves. *Clim. Dyn.* 62, 2317–2332.

Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Braithwaite, D. *et al.*, 2015: NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi satellite Retrievals for GPM (IMERG). Algorithm Theoretical Basis Doc., version 4.5, 26 pp.

Kouadio, Y. K., Servain, J., Machado, L. A. T. *et al.*, 2012: Heavy Rainfall Episodes in the Eastern Northeast Brazil Linked Large-Scale Ocean-Atmosphere Conditions in the Tropical Atlantic. *Advances in Meteorology*. 2012, 1–16.

Ladwig, W. C., e Stensrud, D. J., 2009: Relationship between tropical easterly waves and precipitation during the North American monsoon. *Journal of Climate*, 22, 258-271.

Molion, L. C. B. e BERNARDO, S. O., 2002: Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, n. 1, p. 1-10.

National Centers for Environmental Prediction, National Weather Service, NOAA, U.S. Department of Commerce. (2015). NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory.



Reed, R.J. and Recker, E.E, 1971: Structure and properties of synoptic-scale wave disturbances in the equatorial western pacific. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 28, n. 7, p. 1117-1133.

Reed J. R., Norquist D. C. and Recker E. E., 1977: The structure and properties of African wave disturbances as observed during phase III of GATE. *Mon Weather Rev* 105:317–333.

Riehl H.,1945: *Tropical meteorology*. McGraw-Hill, New York.

Silva, B. F. P. da., & Fedorova, N., 2023: “Distúrbios Ondulatórios de Leste” Sobre o Atlântico Tropical Sul: Revisão e Discussão Sobre Terminologia. *Revista Brasileira De Meteorologia*, 38.

Ventrice, M. J., C. D. Thorncroft, and P. E. Roundy, 2011: The Madden–Julian Oscillation’s Influence on African Easterly Waves and Downstream Tropical Cyclogenesis. *Mon. Wea. Rev.*, 139, 2704–2722.

Yamazaki, Y. and Rao, V. B., 1977: Tropical Cloudiness over the South Atlantic Ocean. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II Vol.55 N°.3*, pp.324-324.



INFLUÊNCIA REMOTA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (TSM) DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS)

*Primeiro-Tenente Vinicius Batista da Silva¹
Prof.^a Fabíola Valéria Barreto Teixeira²*

RESUMO

Neste estudo, é investigada a complexa interação entre a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do oceano Atlântico Sudoeste na região da Confluência Brasil-Malvinas (CBM) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Trinta anos de dados da quinta geração de reanálises do ECMWF (ERA5) de parâmetros atmosféricos e da TSM foram usados para a construção de médias climatológicas e anomalias, bem como para análise de três eventos de ZCAS. Os eventos analisados foram divididos em duas configurações: a primeira, em que a superfície do oceano tem temperatura acima do normal em todo o entorno da região da CBM, e a segunda, apresentando um significativo gradiente horizontal de TSM na região da CBM. No primeiro tipo, a ZCAS apresentou a configuração típica, posicionando-se sobre o litoral do Sudeste do Brasil. No segundo, a posição da ZCAS ficou ao norte da configuração típica, estabelecendo-se com o ramo oceânico entre o litoral do Nordeste do Brasil e o norte da região Sudeste.

¹Oficial do Corpo da Armada, Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval. Atualmente, exerce a função de Ajudante da Divisão de Hidroceanografia do Navio Hidroceanográfico "Garnier Sampaio" (CHN-4). Email: vinicius.batista@marinha.mil.br

²Professora Associada - Meteorologia. Graduada na UFRJ, com mestrado em Ciências Atmosféricas pela COPPE e doutorado em Modelagem Computacional no Laboratório Nacional de Computação Científica. Email: fabiola.teixeira@gmail.com

Palavras-chave: ZCAS; TSM; Oceano Atlântico Sudoeste; CBM.

ABSTRACT

In this study, the complex interaction between Sea Surface Temperature (SST) of the Southwest Atlantic Ocean in the region of the Brazil-Malvinas (Falkland) Confluence (BMC) and the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) was investigated. Thirty years of data from the fifth generation of the ECMWF reanalysis (ERA5) of atmospheric parameters and SST were used to construct climatological means and anomalies and to analyze three SACZ events. The analyzed events were categorized into two configurations: the first, in which the ocean surface water has a temperature above normal throughout the BMC region, and the second, characterized by a significant horizontal SST gradient in the BMC region. In the first type, the SACZ presented a typical configuration, positioning itself on the coast of southeastern Brazil. Second, the SACZ shifted northward from its usual location, with its oceanic branch extending between Brazil's northeastern coast and the northern sector of the southeast region.

Keywords: SACZ; SST; Southwest Atlantic Ocean; Brazil-Malvinas (Falkland) Confluence.

1. INTRODUÇÃO

O oceano Atlântico Sudoeste compreende a área que se estende por toda a costa sudeste da América do Sul, na região entre 28°S-50°S e 030°W-060°W (GRAMCIANINOV, 2012). Do ponto de vista meteorológico, trata-se de uma região bastante energética, uma vez que é nela que são formados muitos sistemas frontais e ciclones que atuam nas áreas costeiras desse continente (REBOITA et al., 2010).

Para compreender a formação daqueles eventos sinóticos, é fundamental entender a importante interação entre oceano e atmosfera na região da Confluência Brasil-Malvinas (CBM). Esta região do Oceano Atlântico Sul está localizada aproximadamente entre as coordenadas 38°S e 42°S e 050°W e 055°W, onde a Corrente das Malvinas (fria e rica em nutrientes) encontra a Corrente do Brasil (quente e salina). Assim, forma-se uma intensa zona de convergência e de interações de massas de água com características diferentes (CATALDI et al., 2010). O forte gradiente de temperatura da superfície do mar na região da CBM e sua interação com massas de ar frio, que se deslocam do polo Sul para latitudes mais baixas, é um fator que favorece a formação ou intensificação de sistemas frontais e ciclones. Estes eventos sinóticos afetam as condições meteorológicas nas regiões costeiras da Argentina, do Uruguai e do Brasil (REBOITA et al., 2010).

Para o Brasil, um fenômeno meteorológico relevante é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS é uma prolongada área de convergência de ventos e de umidade (KODAMA, 1992, 1993; QUADRO, 1994; CARVALHO et al., 2002, 2004), que atua desde a região Amazônica, passando sobre o Sudeste do Brasil e se estendendo até o Atlântico, durante a primavera e verão, causando chuvas fortes e prolongadas. A ocorrência da ZCAS favorece a combinação da dinâmica da mesoescala e da escala sinótica, ocasionando períodos chuvosos prolongados, episódios de chuva extrema, inundações e deslizamentos de terra (REBOITA et al., 2017).

De acordo com Pezzi et al. (2022), outro fator de destaque na região do Atlântico Sudoeste é a influência da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os fenômenos meteorológicos. A TSM



pode afetar a circulação atmosférica através de fluxos de calor e umidade, tornando importante seu monitoramento e previsão.

A TSM do Atlântico Sudoeste afeta a atmosfera de várias maneiras. Anomalias positivas são uma importante fonte de calor e umidade para a atmosfera adjacente, através dos fluxos de calor sensível e latente. Pezzi et al. (2009), com estudos baseados em coletas oceanográficas e meteorológicas, concluíram que a TSM pode modular os eventos na Camada Limite Atmosférica Marinha (CLAM) na Região do Atlântico Sudoeste. Vale lembrar que as anomalias da TSM não configuram uma característica sine qua non para a ocorrência de ZCAS, mas estudos indicam que podem afetar o regime de precipitação, influenciando o posicionamento e a intensidade da chuva da ZCAS (TEIXEIRA, 2000; CATALDI et al., 2010).

Como ponto de partida deste trabalho, a ocorrência de prolongadas chuvas sobre a Bahia, com alagamentos de cidades inteiras, chamou a atenção para o posicionamento da ZCAS mais a norte da sua posição climatológica sobre a região Sudeste do Brasil. Buscando contribuir com os estudos sobre ZCAS, este trabalho teve como principal objetivo analisar a influência remota da TSM do Atlântico Sudoeste sobre o posicionamento da ZCAS. Para tanto, foram analisados três eventos de ZCAS com diferentes características de TSM, sendo eles: janeiro de 2005, dezembro de 2017 e março de 2020, buscando-se identificar configurações que pudessem indicar uma relação entre a dinâmica de formação, manutenção, posicionamento e intensidade da precipitação associada à ZCAS e as anomalias de TSM no Atlântico Sudoeste.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTERAÇÃO OCEANO-ATMOSFERA NA CONFLUÊNCIA BRASIL-MALVINAS

Mais de 70% da superfície da Terra é coberta por água, sendo que mares e oceanos correspondem a 97% desse percentual. Assim, é correto afirmar que os oceanos representam uma importante reserva de calor para o sistema climático, devido a sua alta capacidade térmica. Segundo Xue et al. (2000), a interação entre o oceano e a atmosfera pode influenciar processos atmosféricos de mesoescala e de escala sinótica, associados à frontogênese, intensificação de sistemas frontais, geração de nuvens e zonas de precipitação. Porém, mesmo na ausência de perturbações atmosféricas, o gradiente térmico horizontal na superfície do mar modula a profundidade e a estabilidade na CLAM. Assim, a TSM mostra-se fundamental para a compreensão de fenômenos meteorológicos de diversas escalas (PEZZI et al., 2016).

No Atlântico Sudoeste observa-se a Confluência Brasil-Malvinas, caracterizada por contrastes de temperatura e de salinidade do encontro entre as correntes do Brasil e Malvinas (Figura 1). A Corrente do Brasil (CB) é uma corrente oceânica tropical que flui ao longo da costa leste do Brasil, transportando águas quentes e salinas em direção à Argentina. Já a Corrente das Malvinas (CM) flui do estreito de Drake na direção norte, transportando águas subantárticas, mais frias e mais densas (PETERSON; STRAMMA, 1991).

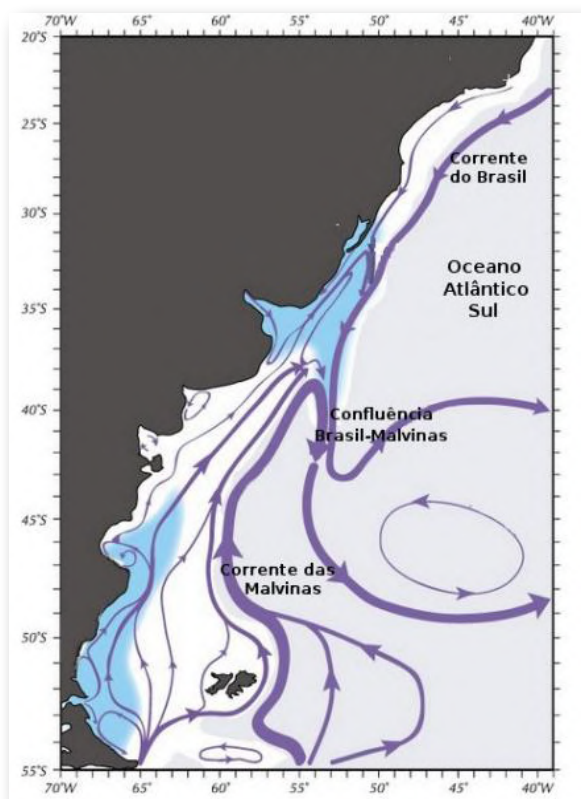


Figura 1- Diagrama esquemático da circulação oceânica no Oceano Atlântico Sudoeste. Fonte: Moura (2017), adaptado de Strub et al. (2015).

Nas proximidades do paralelo 38°S, a CB se encontra com a CM e distancia-se da costa em direção a leste, gerando uma dinâmica dominada por vórtices e meandros de mesoescala que tornam a região uma das mais energéticas dos oceanos (CHELTON et al., 1990). Os contrastes térmico e salino entre as massas de água na CBM geram gradientes de temperatura na atmosfera, afetando a formação de frentes e de ciclones (PEZZI et al., 2016).

Analisando os dados de TSM do Atlântico Sul, Leyba et al. (2019) estudaram os fluxos de calor neste oceano entre os anos de 1982 e 2015 e, entre outros resultados, identificaram uma tendência de aumento da TSM no sudoeste do Atlântico Sul. Eles atribuíram esse aumento da TSM à intensificação e migração para oeste do ASAS

(Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul). O trabalho de Souza e Teixeira (2023), usando 60 anos de dados da reanálise ERA5, também identificou uma tendência de aumento da TSM do Atlântico Sul. Além disso, esse crescimento apresenta tendências distintas antes e depois do ano 2000, sendo maior a partir do ano 2000.

2.2 ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL

A ZCAS pode ser definida como uma banda de nebulosidade duradoura orientada no sentido noroeste-sudeste, mantida por uma grande e prolongada zona de convergência de umidade sobre o Brasil. Essa configuração se estende desde a Amazônia até o oceano Atlântico Sudoeste e está associada a fortes precipitações, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (ESCOBAR, 2019).

Sabe-se que a ZCAS está relacionada a características observadas em diferentes níveis da atmosfera. Pode-se destacar: Alta da Bolívia (AB) sobre o continente e Vórtice Ciclônico de Altos Níveis sobre o litoral do Nordeste (VCAN-NEB) bem definidos (REBOITA et al., 2010); zona de convergência em baixos níveis (KODAMA, 1992) persistente por ao menos três dias (ESCOBAR, 2019). Além disso, apresenta um significativo gradiente de temperatura potencial equivalente em 850 hPa; na média troposfera, o campo de velocidade vertical ômega ascendente (negativo) aparece praticamente em fase com o fluxo convergente em 850 hPa; e um sistema frontal que favorece a convergência de umidade em baixos níveis, possuindo caráter quase estacionário ao longo da costa (ESCOBAR, 2019). Na Figura 2, é possível observar a influência da configuração da AB e do VCAN-NEB favorecendo a divergência em altos níveis durante a ocorrência de ZCAS em janeiro de 2005.

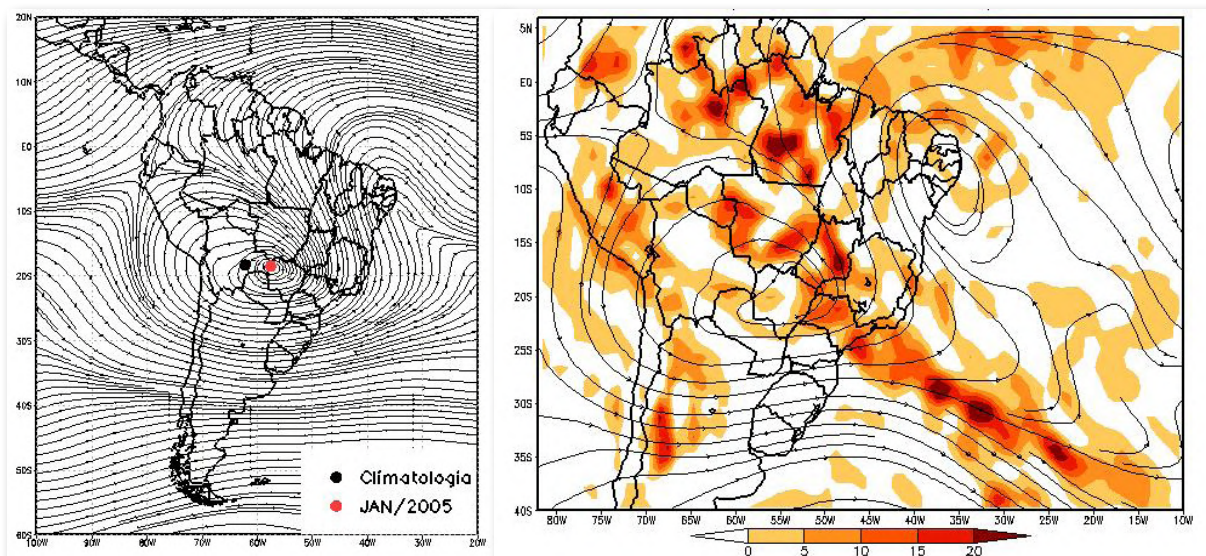


Figura 2- Configuração das linhas de corrente em 200 hPa sendo (A) a média de janeiro de 2005 e (B) a média para o período de 17 a 21 de janeiro de 2005. Em (A), os pontos coloridos indicam a posição climatológica da AB (ponto preto) e a posição média em janeiro de 2005 (ponto vermelho). Em (B), o hachurado representa a divergência. Fonte: Boletim Climanalise do CPTEC/INPE.



Figura 3- Ocorrência de ZCAS em dezembro de 2021. (A) Carta sinótica de superfície do CPTEC e (B) inundação em Itabuna (BA) devido à ZCAS. Fonte: (A) INPE e (B) Reuters.

Barreiro et al. (2002) sugerem que aproximadamente 60% da variabilidade da precipitação associada à ZCAS é explicada pela variabilidade interna da atmosfera, enquanto a TSM estaria relacionada à variabilidade remanescente. Outro resultado importante deste trabalho é a detecção de dois diferentes modos de configuração da ZCAS. O primeiro tem como forçante a anomalia de TSM do Atlântico Sul (também objeto de estudo neste artigo) e o segundo, a anomalia de TSM do Pacífico.

Barcellos e Quadro (2019) analisaram eventos extremos de precipitação na região de ocorrência da ZCAS nos meses de novembro a março entre os anos de 1987

e 2016. Eles identificaram 184 episódios de ZCAS, totalizando 1118 dias. Ou seja, uma média de 38,38 dias/ano de ZCAS. Entretanto, eles também observaram que existem padrões distintos antes e depois de 2004. Entre 1987 e 2003, a média é de 35,06 dias/ano de ZCAS e, de 2004 a 2016, a média aumenta para 43,08 dias/ano. Quadro et al. (2016) identificaram o aumento de dias de ZCAS por ano até 2016, mas não encontraram evidências que expliquem esse aumento.

De acordo com Cataldi et al. (2010), anomalias de TSM na região da CBM intensificam sistemas de baixa pressão transientes naquela região, causando alterações na CLAM e criando condições

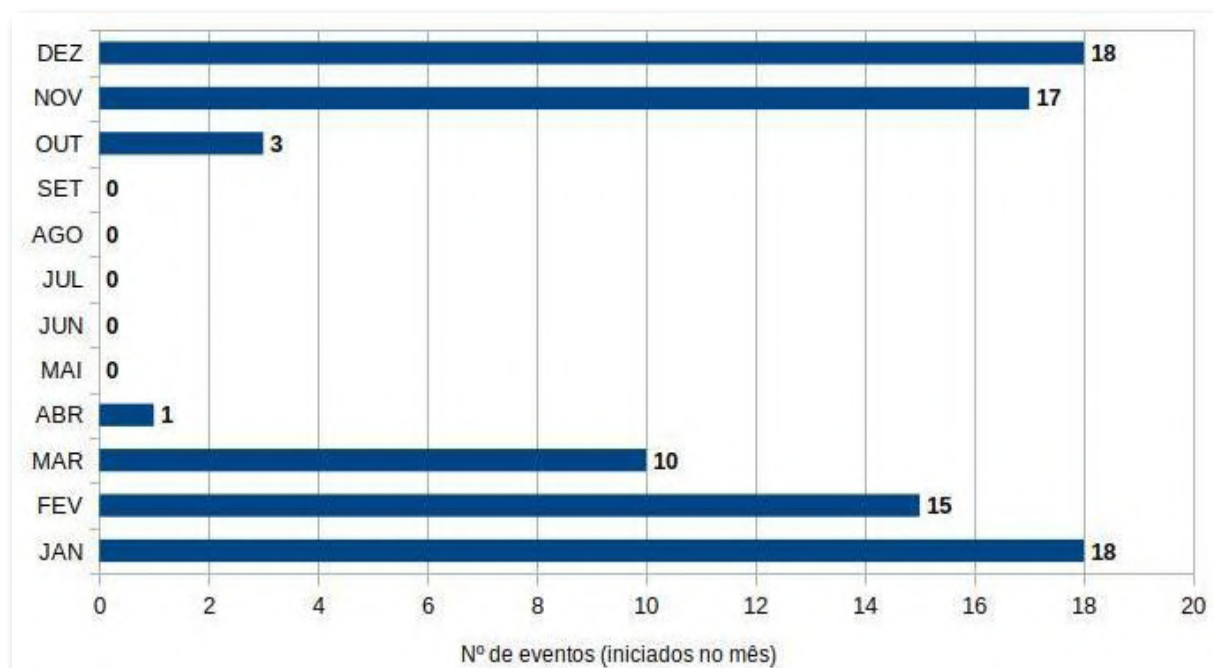
favoráveis para a configuração de ZCAS na região Sudeste do Brasil. Eles propõem que maior convergência e aumento do movimento vertical ascendente na região da CBM causam anomalia de ar descendente sobre a região Sul do Brasil, favorecendo a estiagem no local. Por sua vez, esse padrão causa também anomalia de movimento ascendente na região Sudeste, com a configuração de um cavado sobre o estado do Rio de Janeiro. Essa perturbação observada na região Sudeste, devido a anomalias de TSM na CBM, sugere que diferentes condições de TSM na Confluência possam, remotamente, também modificar a posição da ZCAS.

Um levantamento realizado pelo Serviço Meteorológico Marinho (SMM) contabilizou os eventos de ZCAS de 2010 até janeiro de 2023. No período levantado, os meses de maior frequência de ZCAS foram dezembro e janeiro, com dezoito ocorrências cada um, seguidos dos meses de novembro e fevereiro, com dezessete e quinze eventos, respectivamente. O mês de março apresentou

um número de eventos bem inferior aos anteriores, com dez casos contabilizados (Figura 4A).

Observando a frequência anual de eventos (Figura 4B), percebe-se que os anos de 2018 e 2021 foram aqueles que apresentaram o maior número de ocorrências, com nove episódios. Com base no acompanhamento do SMM, a média anual é de aproximadamente seis eventos por ano.

Até o ano de 2022, foram oito anos com total de eventos igual ou inferior à média e cinco anos com número de eventos superior à média. Os anos 2017 e 2020, que representam dois dos três casos analisados neste trabalho, tiveram oito eventos, dois acima da média. O terceiro caso estudado é o ano de 2005, que não fez parte do levantamento do SMM, mas que totalizou nove eventos de acordo com dados levantados pelo CPTEC/INPE. Destaca-se, ainda, que o período chuvoso (outubro a março) de 2017-2018 foi o mais ativo em termos de ocorrências de ZCAS, com onze episódios contabilizados (Figura 4C).



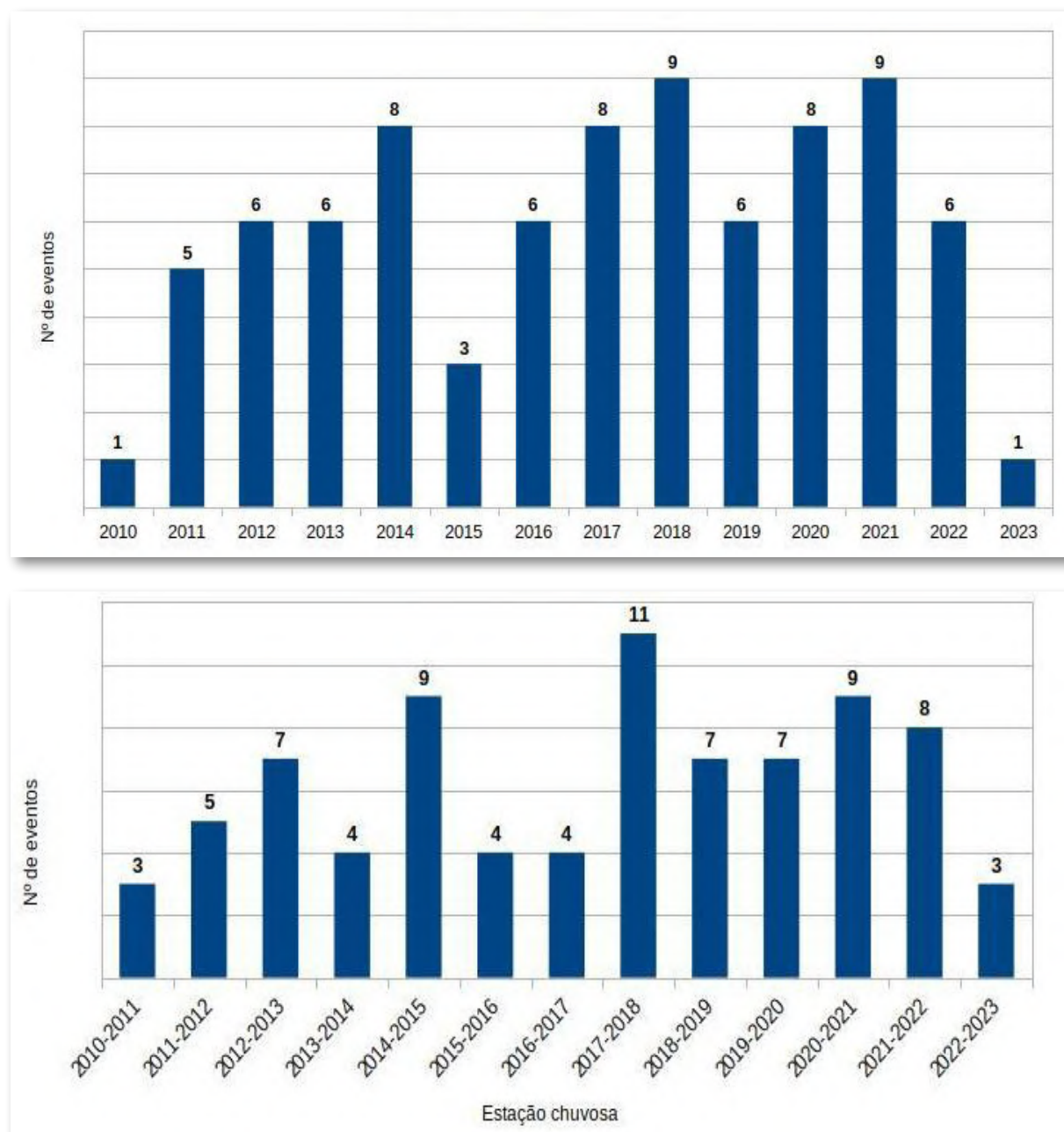


Figura 4- Compilação de eventos de ZCAS de 2010 a 2023 Fonte: Relatório interno do SMM/CHM. Imagens cedidas pelo SMM.

3. DADOS E METODOLOGIA

Neste trabalho, foi utilizada a base de dados ERA5 (C3S, 2017 e HERSBACH et al., 2023), quinta geração de reanálises atmosféricas do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Foram extraídos dados diários, com intervalos de seis horas, de 1991 a 2020, para construção de médias climatológicas, anomalias, bem como para descrição e análise dos eventos selecionados de ZCAS. Foram utilizados dados das componentes meridional e zonal do vento, altura geopotencial, movimento vertical (ômega) e umidade específica em diferentes níveis de pressão, além de dados de precipitação e TSM. O processamento destes dados, a elaboração de séries temporais, campos horizontais e cortes verticais foram realizados por meio do Grid Analysis and Display System (GrADS), software gratuito que permite a visualização e manipulação de dados em grade, bem como a realização de análises estatísticas e de cálculo de tendências.

Em conjunto com as reanálises, foram utilizadas imagens de satélite e relatórios de análises do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), do CPTEC e do INMET para caracterização e descrição dos episódios de ZCAS.

Os três eventos de ZCAS escolhidos para análise apresentaram diferentes configurações de TSM no Atlântico Sul e ocorreram em anos com um total de eventos anuais acima da média. São eles: janeiro de 2005, dezembro de 2017 e março de 2020. Esses casos foram analisados em busca de padrões que estabelecessem alguma relação entre as características da ZCAS e as anomalias de TSM do Atlântico Sudoeste.

Para avaliar as variações de TSM no Atlântico Sudoeste, foi elaborada uma série temporal com valores médios desta variável na área entre as latitudes 35°S-45°S e longitudes 050°W-060°W dos 30 anos considerados. Após o cálculo da TSM média na área da CBM, foi obtida a média móvel de 36 meses e sua anomalia, com a intenção de identificar as tendências interanuais desta variável. A série temporal da média móvel de 36 meses da anomalia da TSM está representada na Figura 5.

Com base na Figura 5, nota-se uma tendência de ascensão nos valores de anomalia de TSM entre 1995 e 2019. Até 2005, a anomalia de TSM é negativa por quase todo o período. Entretanto, de 1995 até 2006, é visível a tendência de crescimento das anomalias, conforme representada pela linha azul. O ano de 2017 encontra-se num contexto de elevação da TSM, conforme representado em amarelo, com temperaturas acima da média. O ano de 2020 possui anomalias positivas, entretanto, em um período que indica tendência de queda da TSM.

Uma observação relevante é que a série temporal com as anomalias da TSM do Atlântico Sudoeste apresenta uma tendência de aumento a partir do final da década de 90. É interessante lembrar que Barcelos e Quadro (2019) identificaram o aumento do número de dias/ano com eventos de ZCAS também a partir do início dos anos 2000.

De fato, para estabelecer uma relação direta entre aumento de dias de ZCAS e crescimento da anomalia de TSM do Atlântico Sudoeste são necessárias evidências mais robustas. Porém, outros estudos, como Venegas et al. (1997) e Bombardi et al. (2014), já indicaram a existência de interligações entre a TSM do Atlântico Sudoeste e ZCAS.

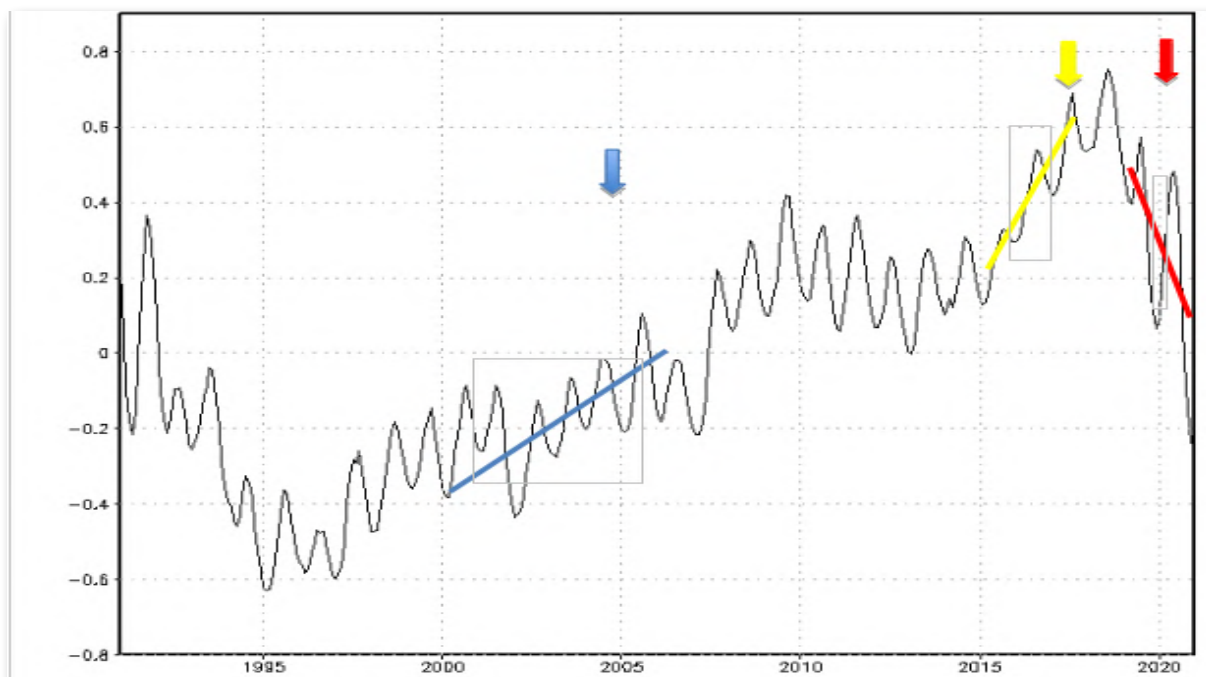


Figura 5- Série Temporal da média da anomalia de TSM entre as latitudes 35°S-45°S e longitudes 050°W-060°W entre 1991 e 2020. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

4. DESCRIÇÃO DOS EVENTOS

A definição dos três eventos estudados levou em consideração a série temporal da média da TSM no Atlântico Sudoeste que, conforme Leyba et al. (2019) e Souza e Teixeira (2023), apresenta tendência de crescimento a partir do final do século XX. Assim, todos os casos estudados são posteriores ao ano 2000.

O primeiro ano selecionado foi 2005, que está no início da série temporal com tendência de crescimento da anomalia de TSM (Figura 5). Os outros dois anos são 2017, em que se observa o valor máximo da média de TSM, e 2020, em que a tendência desta variável parece inverter/estabilizar.

4.1 Período entre 17 e 22 de janeiro de 2005

O primeiro episódio de ZCAS analisado ocorreu entre os dias 17 e 22 de janeiro de 2005 e esteve associado a uma frente fria sobre o oceano na região Sudeste do Brasil. Na Figura 6A, está representada a média de linhas de corrente em 200 hPa para os cinco dias do evento de ZCAS. Observou-se a AB bem configurada sobre o Mato Grosso do Sul e o VCAN sobre a região Nordeste do Brasil. A divergência em altitude provocada pela AB e pelo VCAN favoreceu o alinhamento do escoamento de noroeste para sudeste e a convergência de umidade, ambos em 850 hPa, caracterizando o Jato de Baixos Níveis (JBN) e ajudando a manter a convecção úmida sobre o Centro-Oeste, Sudeste e Norte do Brasil.

O retângulo vermelho na Figura 6B destaca a região de convergência de umidade em baixos níveis associada ao evento de ZCAS. Na figura, identifica-se a orientação noroeste-sudeste do escoamento a partir da região Norte do Brasil até o sudoeste do Atlântico, atravessando grande parte da região Sudeste do País. No início do evento, a convergência de massa e umidade na região da ZCAS ocorreu em sua posição climatológica sobre a região Sudeste do Brasil (CARVALHO et al., 2002).

Na área destaca na Figura 6C, observa-se um cavado continental sobre a região Sul

do Brasil no campo de altura geopotencial e o movimento vertical ascendente em 500 hPa durante os dias do evento. Analisando a figura, nota-se que as linhas de fluxo com orientação noroeste-sudeste estão praticamente em fase com o movimento vertical em 500 hPa. A associação de fenômenos meteorológicos em todos os níveis, como o cavado na média troposfera, a divergência em altitude e a intensificação da convergência de massa e umidade em baixos níveis desde a Amazônia até o oceano, deram suporte ao evento de ZCAS. Na Figura 6D, observa-se o efeito da configuração atmosférica sobre a formação da nebulosidade associada ao evento.

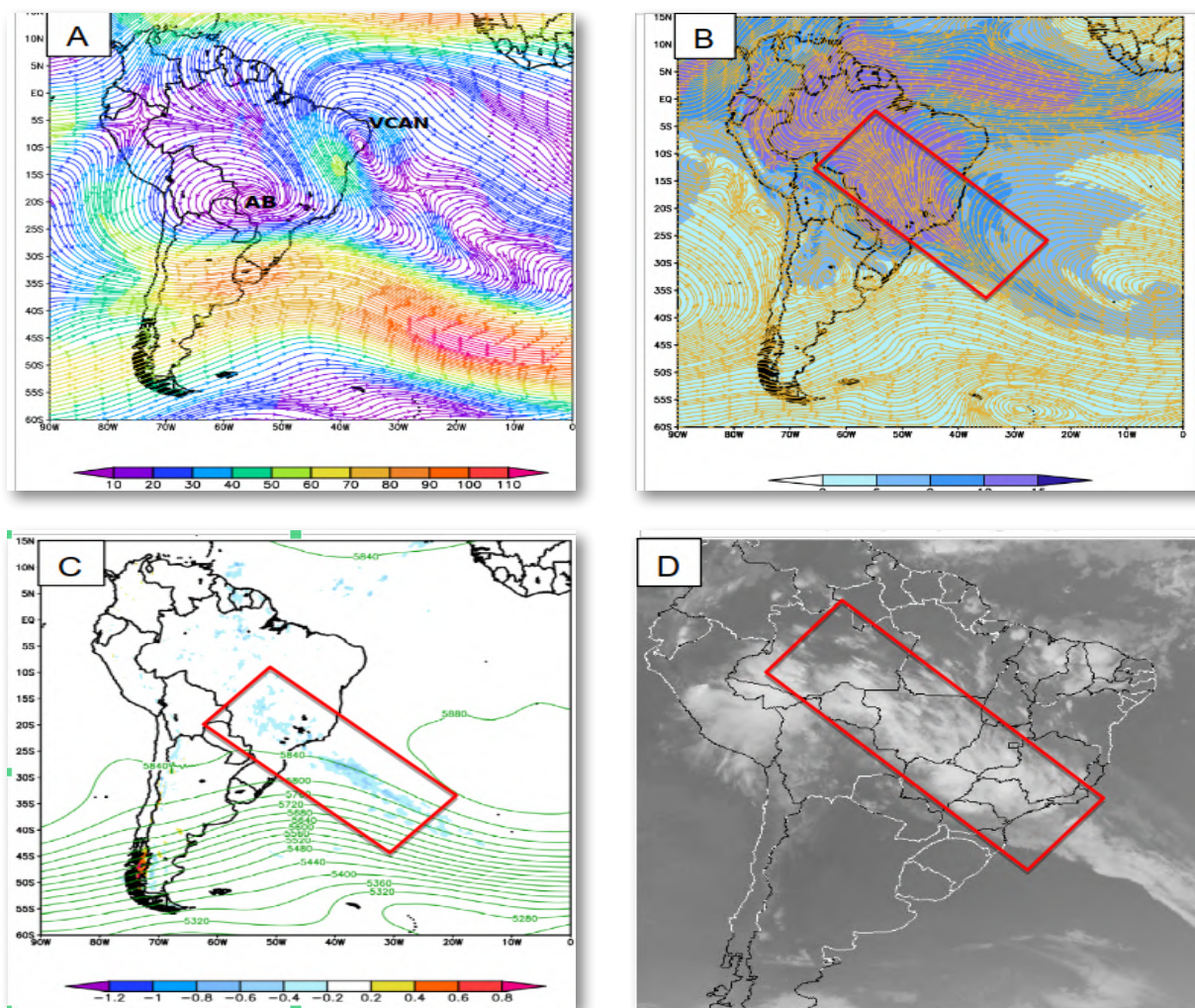


Figura 6- Valores médios entre os dias 17 e 22 de janeiro de 2005: (A) Linhas de corrente e intensidade do vento em nós (cores) em 200 hPa, sinalizados a AB e o VCAN; (B) Linhas de corrente e umidade específica em g/kg (hachurado colorido) no nível de 850 hPa; (C) Altura geopotencial (m) e velocidade vertical ômega (hPa/s) em 500 hPa; e (D) Imagem de satélite Goes-12 correspondente às 0000Z do dia 17 de janeiro de 2005. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF e (D) CPTEC/INPE.



O evento de janeiro de 2005 teve duração de cinco dias e, segundo o Boletim Climanálise do CPTEC, os acumulados de precipitação (dados observados nas estações meteorológicas do INMET) excederam os 125

mm no Estado de São Paulo, no noroeste do Paraná e no sudeste de Minas Gerais. A Figura 7 apresenta o total de precipitação entre os dias 17 e 22 de janeiro, obtido a partir dos dados de reanálise ERA5.

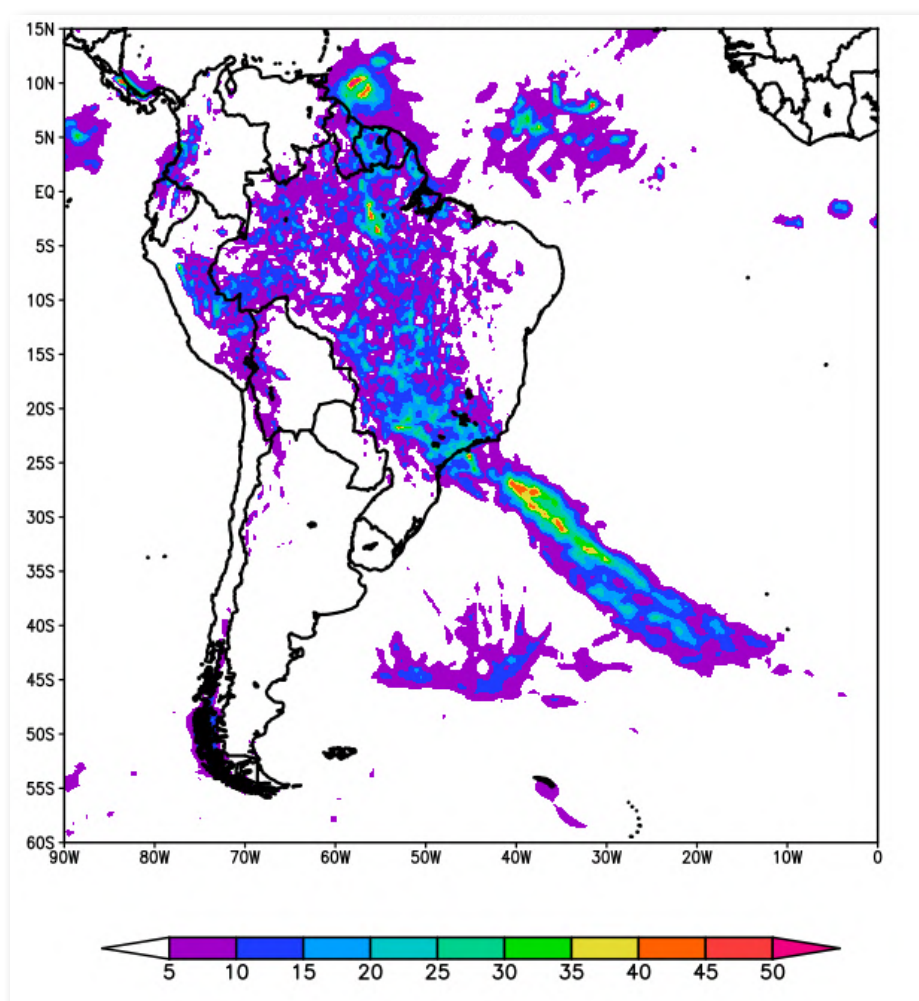


Figura 7- Precipitação total (mm/dia) para o período entre 17 e 22 de janeiro Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

De acordo com a Figura 8A, no dia 10 de janeiro de 2005, uma semana antes do episódio de ZCAS, há uma extensa área do Atlântico Sudoeste com anomalia positiva da TSM (área destacada em azul representa a região da CBM). Esse aquecimento das águas na região da CBM

se manteve nos dias que antecederam o episódio, como se observa no dia 14 (Figura 8C) e no dia 17 (Figura 8D), dia da configuração da ZCAS. Ou seja, o primeiro evento de ZCAS analisado está inserido num contexto de TSM acima da média na região da CBM.

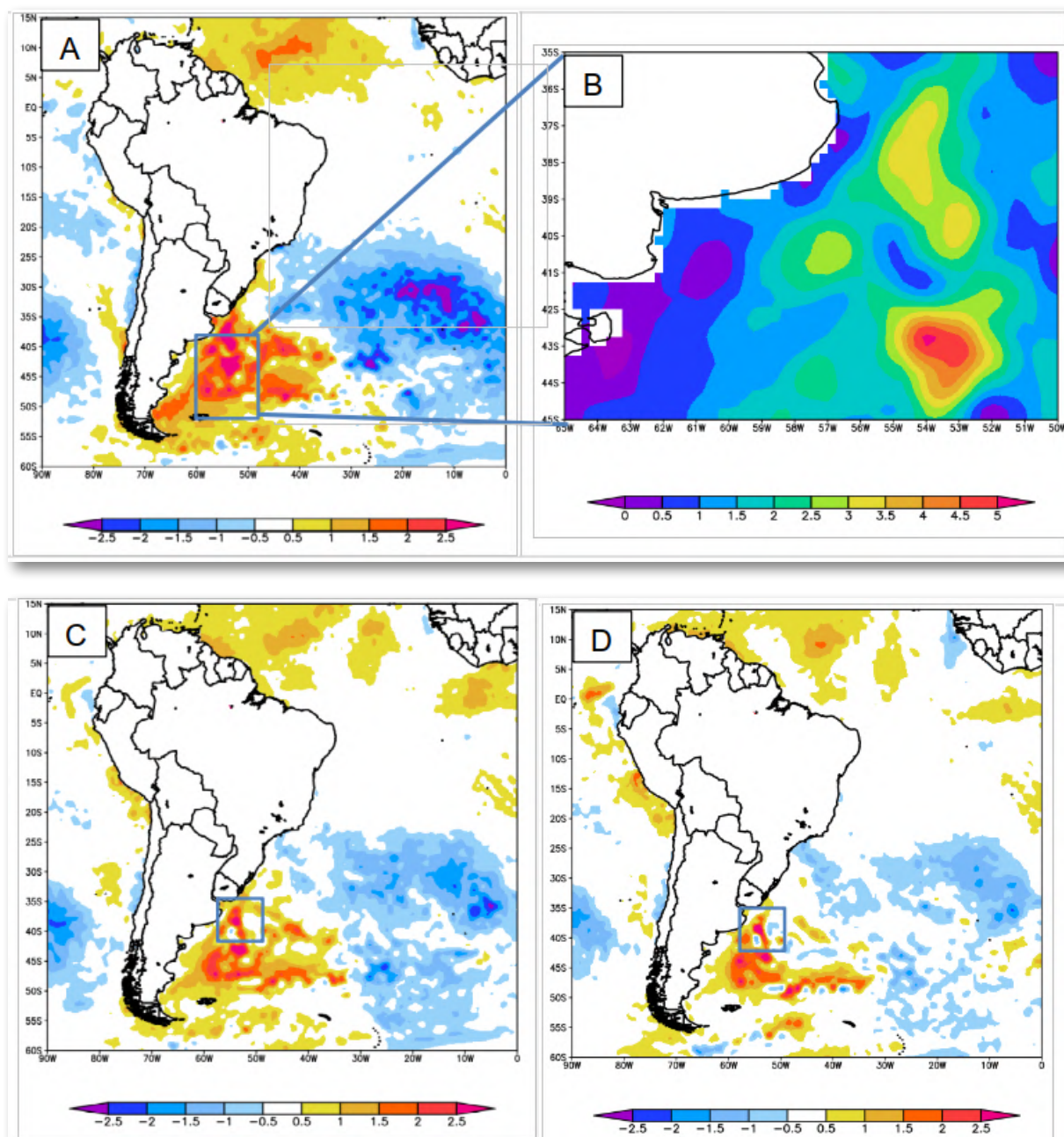


Figura 8- Anomalias da TSM em °C para o dia 10 (A); Anomalias da TSM no dia 10 para a região entre as latitudes 35°S-45°S e as longitudes 50°W-65°W, nas proximidades da CBM (B); Anomalias da TSM para os dias 14 (C) e 17 de janeiro de 2005 (D).

Nas Figuras 9A e 9B, estão destacadas em vermelho as regiões próximas à costa brasileira cuja TSM diminuiu durante o episódio de ZCAS. No último dia de ZCAS (Figuras 9C e 9D), ainda é possível notar anomalias positivas na região da CBM, o que favorece a

convecção sobre o oceano e a reduz sobre o continente. Em complemento, o aquecimento no sul do Atlântico Sudoeste e o resfriamento na região do ASAS pode aumentar o gradiente de temperatura entre as regiões subtropical e extratropical e influenciar a corrente de jato.

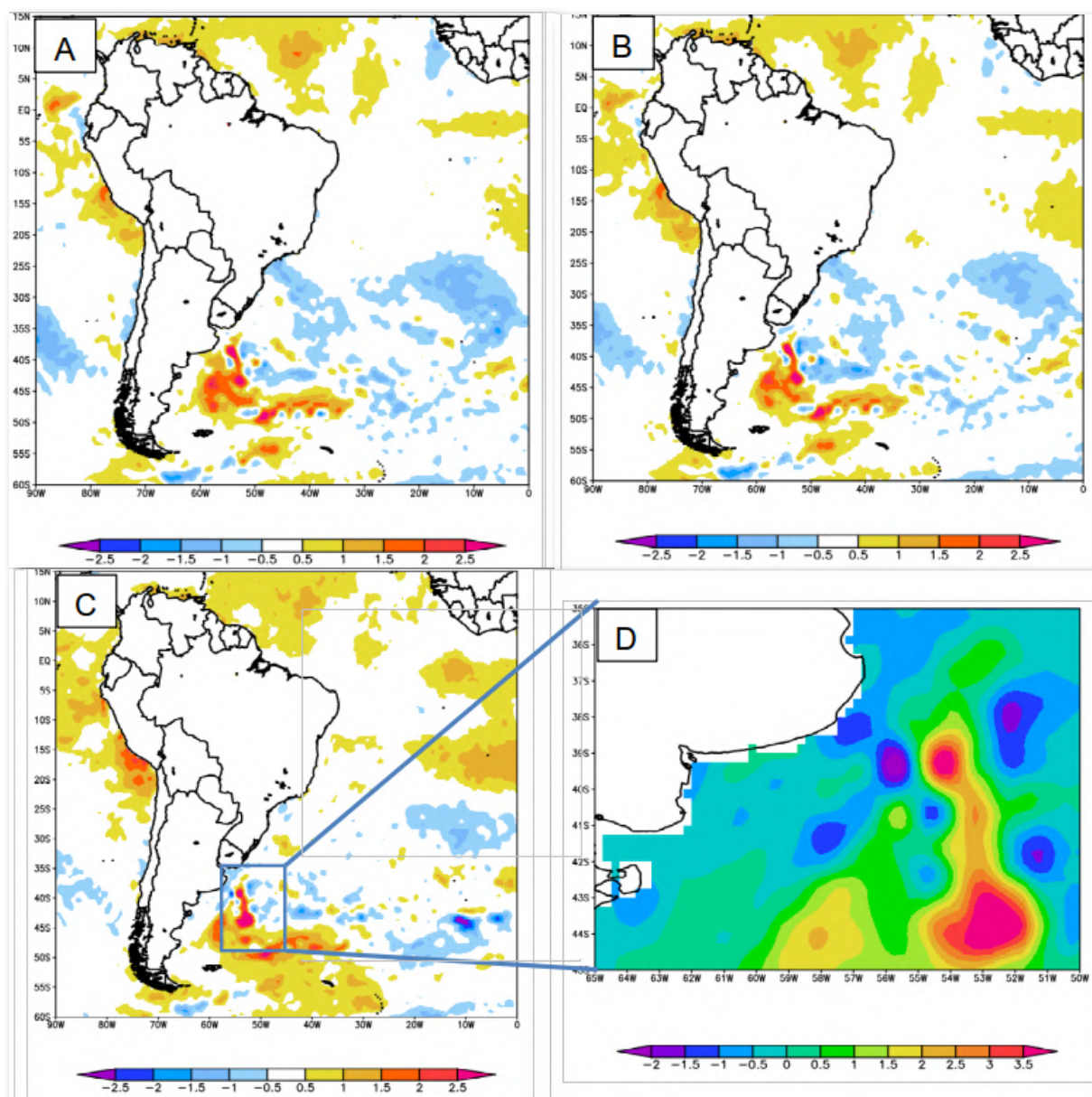


Figura 9- Anomalias da TSM em °C para os dias 18 (A), 19 (B) e 22 de janeiro de 2005 (C); e Anomalias da TSM em °C no dia 22 para a região entre 35°S-45°S e 50°W-65°W, nas proximidades da CBM (D). Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

4.2 Período entre 8 e 16 de dezembro de 2017

O segundo episódio de ZCAS analisado ocorreu entre os dias 8 e 16 de dezembro de 2017 e esteve associado com a atuação de um cavado sobre o oceano ao norte da região Sudeste do Brasil, que deu suporte dinâmico à convergência de

massa em baixos níveis. É possível observar na média de linhas de corrente em 200 hPa para os dias deste evento de ZCAS a AB configurada sobre o Estado do Mato Grosso e o VCAN presente a leste da região Nordeste do País (Figura 10A).

A divergência em altitude provocada pela atuação da AB e do VCAN na costa leste do Nordeste favoreceram o alinhamento noroeste-sudeste em baixos níveis, intensificando o escoamento associado ao JBN e aumentando a convergência em baixos níveis. Na Figura 10B, além das linhas de corrente na baixa troposfera, pode-se identificar os altos valores de umidade específica desde a região Amazônica até o litoral da Região Sudeste do Brasil.

Durante os dias do evento de ZCAS, observa-se um cavado no campo de altura geopotencial em 500 hPa sobre a região continental e oceânica, aproximadamente na altura do Estado do Espírito Santo. Já o campo de velocidade vertical ômega, também em 500 hPa (Figura 10C), indica ascensão de massa em duas porções: a primeira praticamente em fase com o fluxo

convergente, com alinhamento noroeste-sudeste desde o Centro-Oeste até o litoral sul da Bahia, e a segunda mais a leste sobre o Oceano Atlântico. A associação entre o cavado e o movimento ascendente em 500 hPa, assim como a convergência de umidade associada à ZCAS em baixos níveis posicionaram-se a norte de suas posições climatológicas, isto é, mais a norte da região Sudeste.

O caráter estacionário do cavado em 500 hPa foi um fator importante para a intensificação da convergência de umidade ao norte do Espírito Santo. Associado às demais características meteorológicas já citadas, a ZCAS se configurou com uma banda de nebulosidade presente sobre as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do País, destacada na área do retângulo vermelho na Figura 10D.

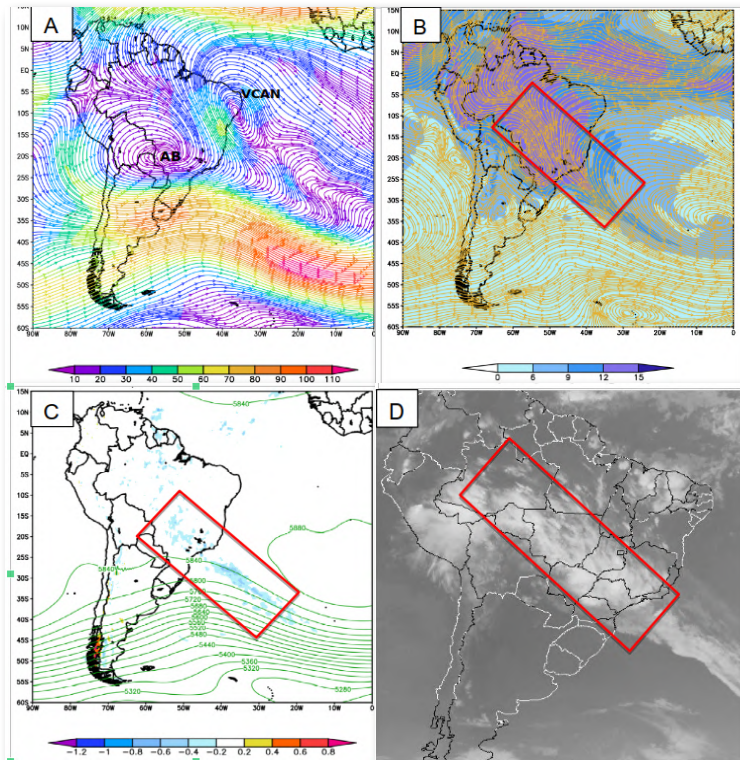


Figura 10- Valores médios entre os dias 8 e 16 de dezembro de 2017: (A) Linhas de corrente e intensidade do vento em nós (cores) em 200 hPa, sinalizados a AB e o VCAN; (B) Linhas de corrente e umidade específica em g/kg (hachurado colorido) no nível de 850 hPa; (C) Altura geopotencial (m) e velocidade vertical ômega (hPa/s) em 500 hPa; e (D) Imagem de satélite Goes-13 às 0000Z do dia 8 de dezembro de 2017. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF e (D) CPTEC/INPE.

Fonte: CHM e CPTEC/INPE.



As áreas de instabilidades associadas à ZCAS alinhadas a um cavado atmosférico deram início a uma ciclogênese subtropical na manhã do dia 09. De acordo com o Relatório Pós-Evento do SMM, do CHM, o ciclone foi classificado como Tempestade Subtropical (TS) devido aos ventos com intensidade superiores a 33 nós e nomeado como “Guará”, conforme preconizado na publicação NORMAM-701/DHN.

O episódio de ZCAS teve duração de nove dias e, segundo dados das estações do INMET, os totais acumulados de chuva excederam os 120 mm na cidade de Linhares-ES e 142,8 mm na cidade de Itapaci-GO, sendo observados os maiores índices de precipitação no norte das regiões Centro-Oeste e Sudeste. Utilizando os dados de reanálise ERA5, a Figura 11 representa o total de precipitação entre os dias 8 e 16 de dezembro. Nela, observa-se a precipitação associada à ZCAS desde a região Norte, passando pela Centro-Oeste e norte da região Sudeste, atipicamente alcançando o Estado da Bahia.

Cabe citar que nos meses de novembro e dezembro de 2017 ocorreram

cinco episódios de ZCAS, entre os dias 11 e 15 de novembro, 19 e 20 de novembro, 1º e 3 de dezembro, 8 e 16 de dezembro e do dia 30 de dezembro ao início de 2018.

A sucessão de episódios de ZCAS gerou um extenso período chuvoso na primavera/verão de 2017/2018. Iniciando a análise das condições de TSM pela Figura 12A, no dia 1º de dezembro de 2017, uma semana antes do episódio de ZCAS, nota-se na região da CBM um intenso gradiente de anomalia da TSM (área destacada em azul representa a região da CBM). Na costa da Argentina e do Uruguai, observa-se águas mais frias do que a média também no dia 1º de dezembro. Esse resfriamento das águas na costa argentina e uruguaia vai diminuindo com o passar dos dias, contudo, o gradiente de anomalias na região da CBM permanece ao longo dos dias que antecedem o episódio de ZCAS, como se observa no dia 04 (Figura 12C) e no dia 08 (Figura 12D), dia da configuração da ZCAS. Ou seja, o segundo evento analisado está inserido num contexto de forte gradiente de anomalia de TSM na região da CBM nos dias que precederam o início da ZCAS.

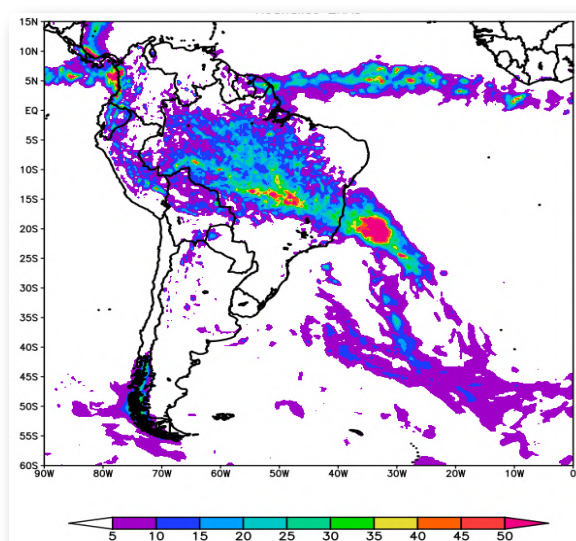


Figura 11- Precipitação total (mm/dia) para o período entre 8 e 16 de dezembro. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

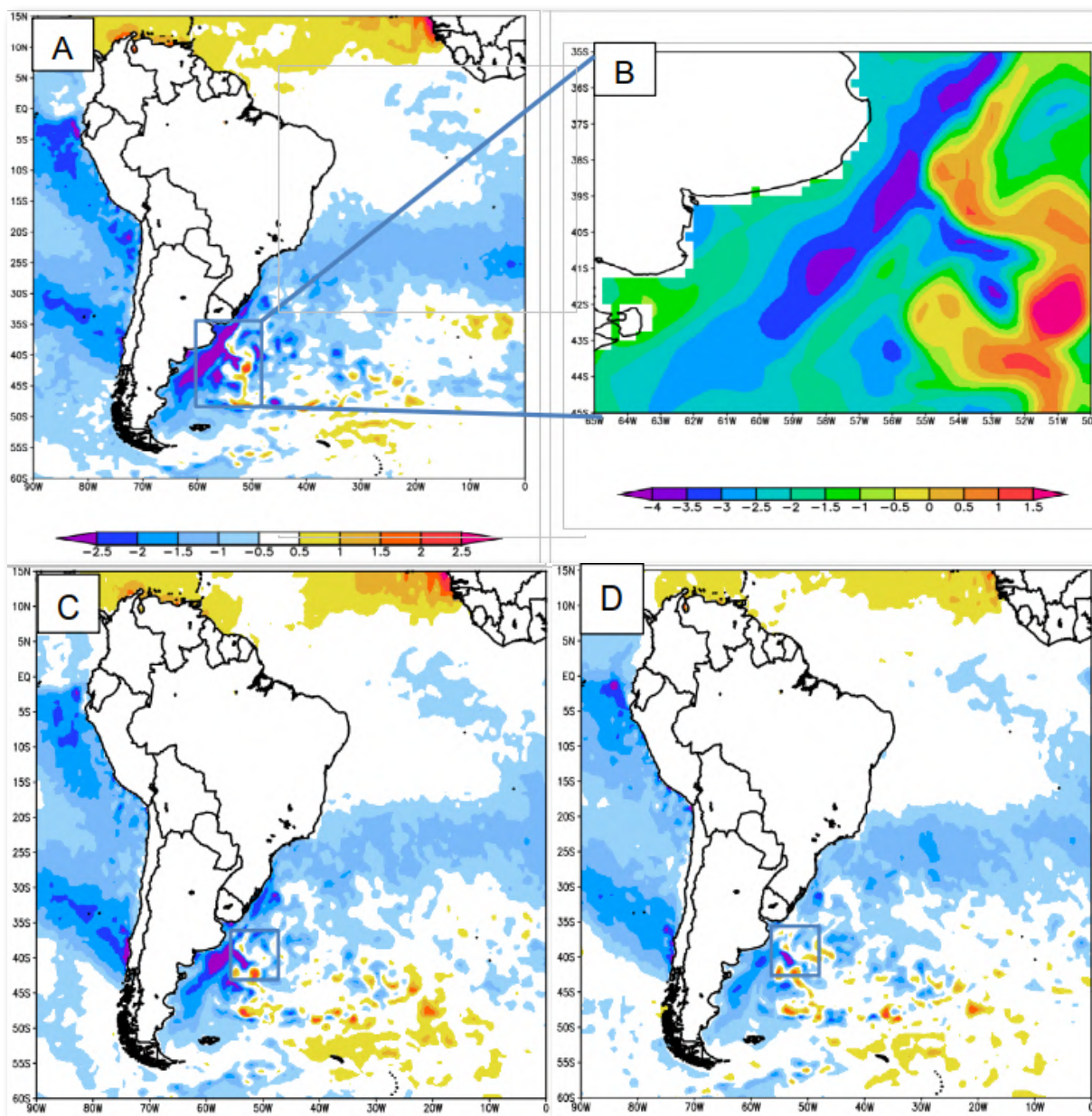


Figura 12- Anomalias da TSM em °C para o dia (A) 1º de dezembro; (B) Anomalias da TSM no dia 1º para a região entre as latitudes 35°S-45°S e as longitudes 50°W-65°W, nas proximidades da CBM; Anomalias da TSM em °C para os dias (C) 04 e (D) 08 de dezembro de 2017. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

Nos dias que antecedem a formação deste episódio de ZCAS e logo no início do evento, percebe-se águas mais frias do que a média em toda porção central do Atlântico

Sul. Este resfriamento anômalo das águas pode estar relacionado à nebulosidade da sequência de configurações de ZCAS entre novembro e dezembro de 2017. No dia 11 de



dezembro (Figura 13A), percebe-se na área destacada em vermelho que o resfriamento anômalo das águas se estende até a costa do Nordeste devido à formação da ZCAS mais ao norte que a posição climatológica neste episódio. Ainda no dia 11, observa-se que o gradiente da anomalia de TSM ainda é considerável na região da CBM.

No último dia de atuação da ZCAS (Figuras 13B e 13C), ainda existem anomalias positivas e negativas na região da CBM, porém

o gradiente das anomalias fica mais atenuado se comparado aos dias iniciais. A atenuação da anomalia negativa de TSM pode estar relacionada com o efeito da subsidência de ar na retaguarda da ZCAS. Possivelmente por isso, no último dia de atuação da ZCAS, há o aumento de áreas do Atlântico Sudoeste com anomalias positivas. Além disso, ainda no dia 16 de dezembro, nota-se uma região de anomalia positiva na foz do Rio da Prata.

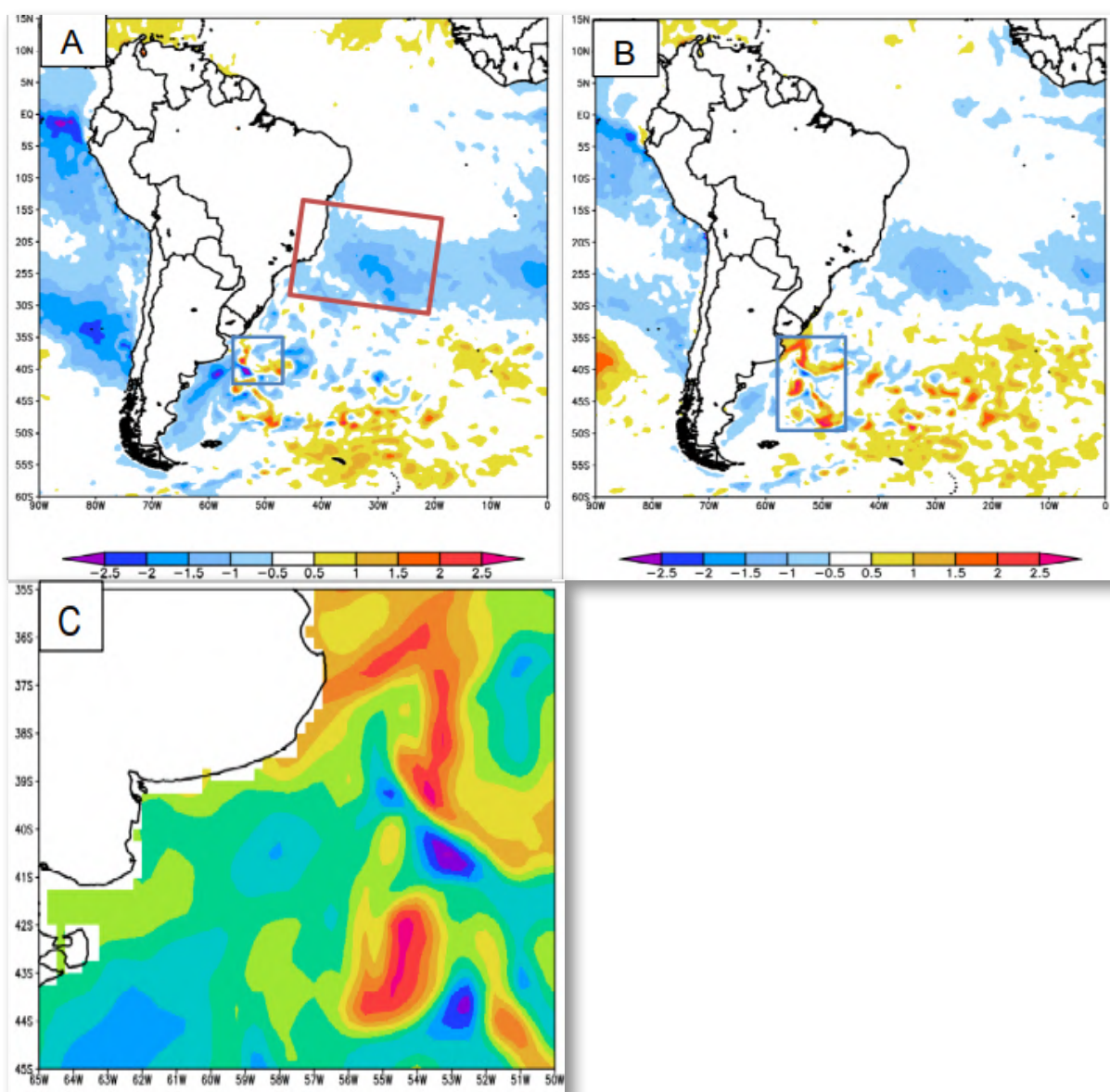


Figura 13- Anomalias da TSM para os dias (A) 11 e (B) 16 de dezembro de 2017; (C) Anomalias da TSM em °C no dia 16 para a região entre as latitudes 35°S-45°S e as longitudes 50°W-65°W, nas proximidades da CBM. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

4.3 Período entre 28 de fevereiro e 9 de março de 2020.

O terceiro episódio de ZCAS analisado ocorreu entre os dias 28 de fevereiro e 9 de março de 2020 e esteve associado com a atuação de uma frente fria sobre o oceano na região Sudeste do Brasil. Na Figura 14A, que representa as características médias dos dias de ZCAS deste episódio, observa-se em 200 hPa a AB bem configurada sobre a região amazônica e o VCAN configurado a leste da região Nordeste.

Na Figura 14B, nota-se que a divergência em altitude causada pela AB e pelo VCAN induz um alinhamento do escoamento em 850 hPa da região Norte do Brasil até o Sudeste, numa orientação norte-sul na região Norte e noroeste-sudeste sobre o Centro-Oeste e norte-sul

até o Sudeste (em destaque no retângulo vermelho). A combinação da divergência em altitude com o escoamento da baixa troposfera favoreceu a convergência em baixos níveis, dando suporte de umidade para o estabelecimento da ZCAS sobre a região sudeste do Brasil.

Observa-se, na Figura 14C, um cavado no campo de altura geopotencial em 500 hPa, sobre o centro-sul do Brasil. Na mesma figura, está representado o movimento vertical na média troposfera, onde ocorrem movimentos ascendentes ao longo do eixo do cavado em 500 hPa em fase com o escoamento de 850 hPa.

Na Figura 14D, nota-se a nebulosidade estendendo-se desde o oeste da região Amazônica até o oceano próximo da costa do Espírito Santo e no sul da Bahia, como resultado da configuração da ZCAS.

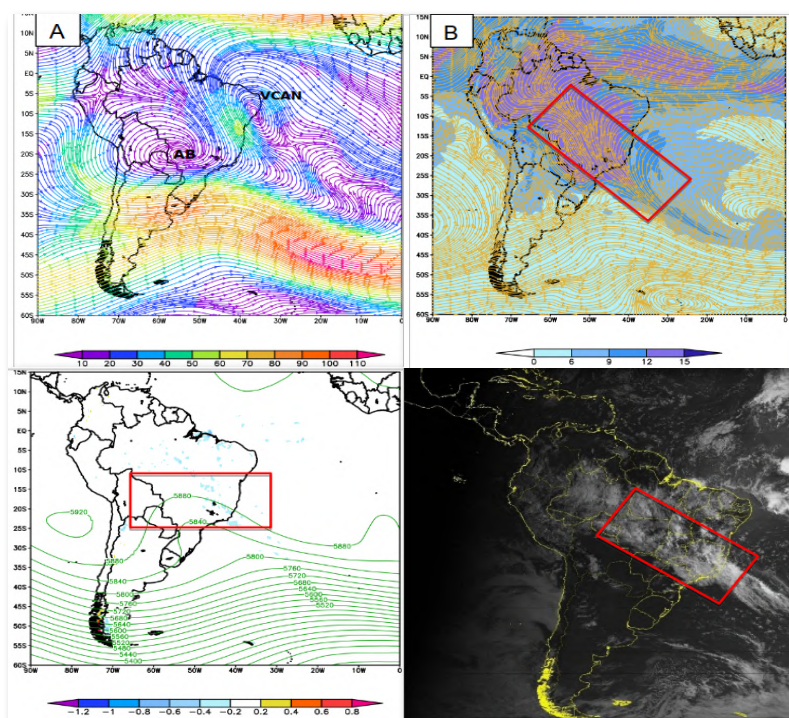


Figura 14- Valores médios entre os dias 28 de fevereiro e 9 de março de 2020: (A) Linhas de corrente e intensidade do vento em nós (cores) em 200 hPa, sinalizados a AB e o VCAN; (B) Linhas de corrente e umidade específica em g/kg (hachurado colorido) no nível de 850 hPa; (C) Altura geopotencial (m) e velocidade vertical ω (hPa/s) em 500 hPa e (D) Imagem de satélite Goes-13 correspondente às 1200Z do dia 28 de fevereiro de 2020. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF e (D) CPTEC/INPE.



O evento analisado teve duração de dez dias e, segundo as estações do INMET, os totais de precipitação excederam os 157 mm na cidade de Vitória-ES e 187 mm na cidade de Manhuaçu-MG. Utilizando os dados de reanálise ERA5, a Figura 15 representa o total

de precipitação para o período entre os dias 28 de fevereiro e 9 de março. Observa-se que o campo de precipitação se estendeu desde a região Norte, passando pela Centro-Oeste e norte da Região Sudeste, alcançando o estado da Bahia.

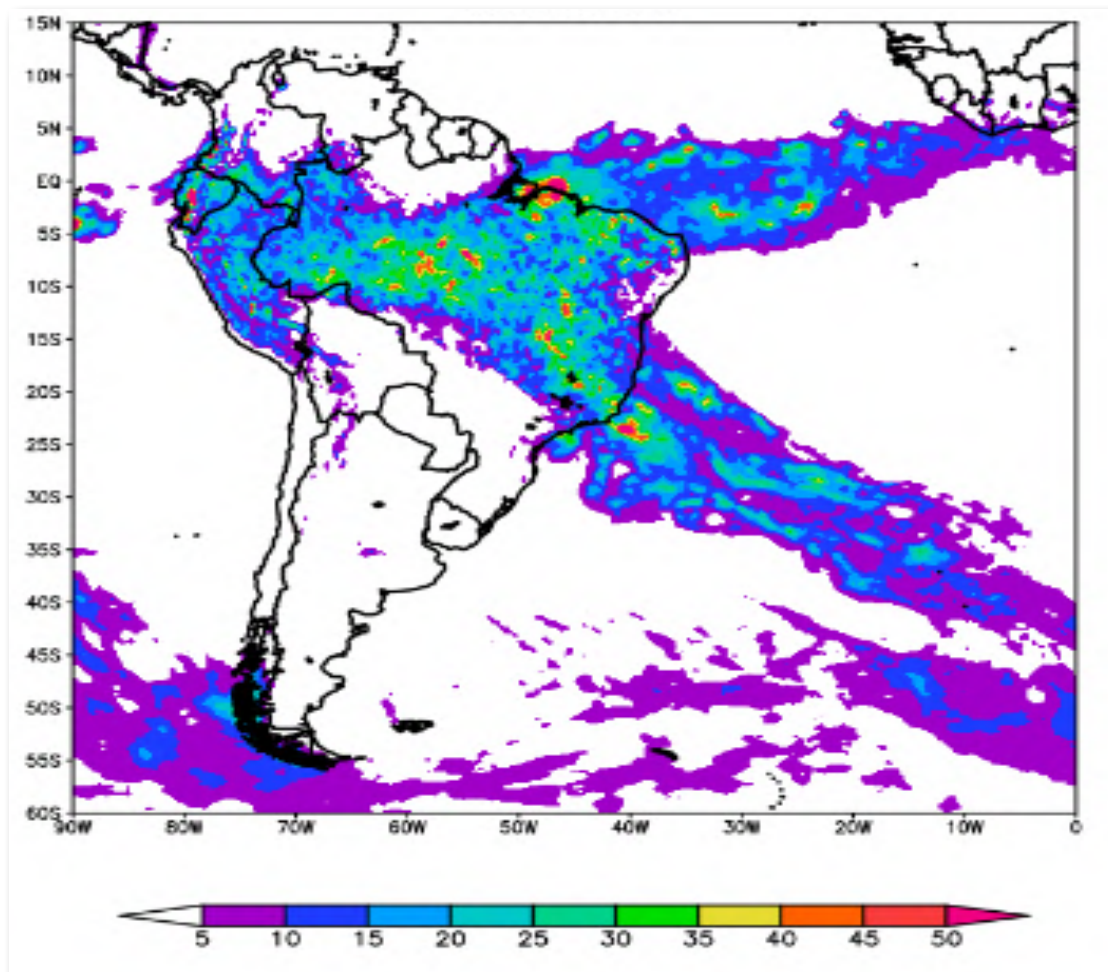


Figura 15- Precipitação total (mm/dia) para o período entre 28 de fevereiro e 9 de março. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

Analisando a Figura 16A, referente ao dia 21 de fevereiro de 2020, uma semana antes do início do terceiro episódio de ZCAS, nota-se que um intenso gradiente de anomalia da TSM na região da CBM (área destacada em azul). Os valores máximos de anomalia positiva e negativa foram de +2,5°C e -4°C respectivamente (Figura 16B). Este gradiente significativo da anomalia de

TSM na região da CBM se manteve nos dias que antecederam o episódio de ZCAS, como se observa no dia 25 (Figura 16C) e no dia 28 (Figura 16D), quando teve início o evento. Assim, é possível afirmar que o terceiro caso analisado está inserido num contexto semelhante ao segundo no que diz respeito à disposição espacial das anomalias na região da CBM, nos dias que antecederam o início do episódio.

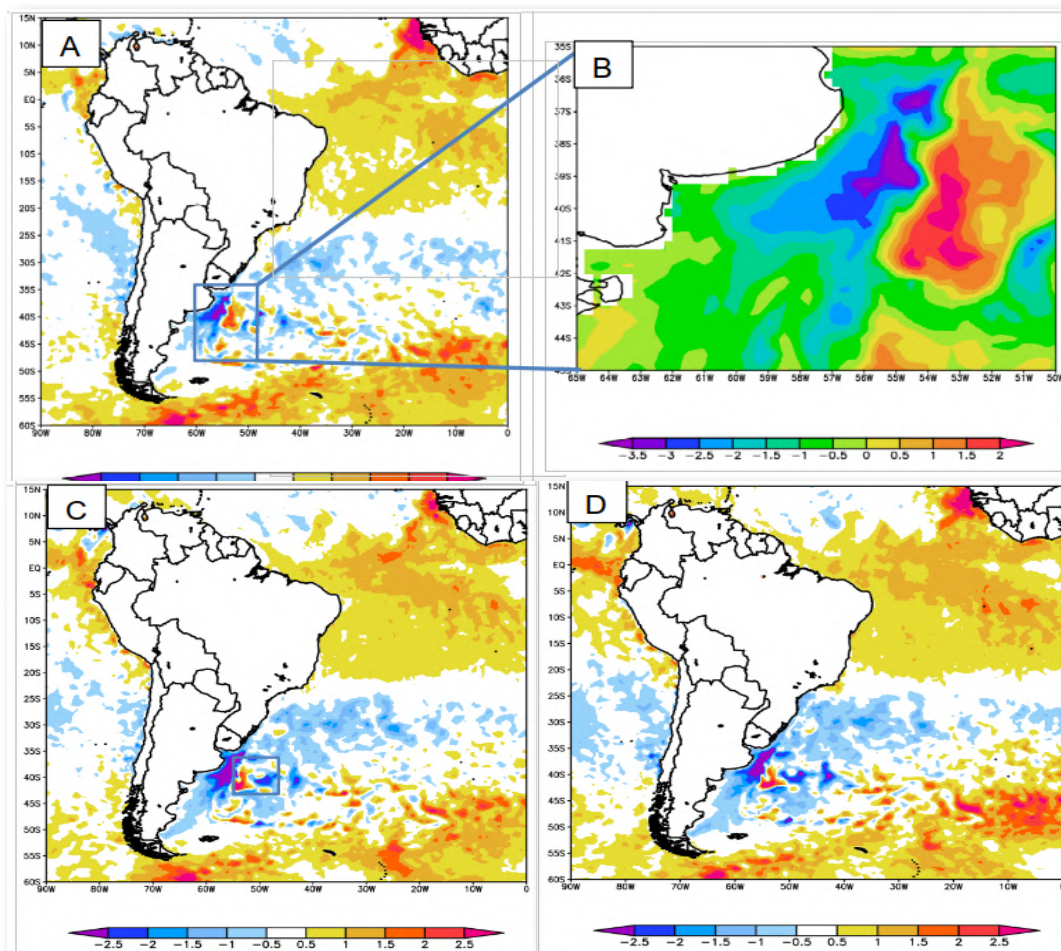


Figura 16- Anomalias da TSM em °C para o dia (A) 21 de fevereiro; (B) Anomalias da TSM no dia 21 para a região entre as latitudes 35°S-45°S e as longitudes 50°W-65°W, nas proximidades da CBM; Anomalias da TSM para os dias (C) 25 e (D) 28 de fevereiro de 2020. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

Antes do início do evento e nos primeiros dias de ZCAS (Figura 16A), é possível notar águas mais frias do que o normal em toda porção central do Oceano Atlântico Sul e mais quentes do que a média na porção norte deste oceano. O resfriamento anômalo das águas na porção central se intensifica com o passar dos dias durante a ocorrência da ZCAS, possivelmente em virtude da nebulosidade associada ao evento. No dia 5 de março (Figura 17A), na área destacada em vermelho, nota-se o resfriamento anômalo das águas na costa da região Sudeste do Brasil. Neste mesmo dia, ainda é possível observar o gradiente de TSM na região da CBM, contudo ocorre enfraquecimento da

anomalia negativa na costa da Argentina.

No último dia de ZCAS (Figuras 17B e 17C), nota-se mudança na configuração das anomalias positivas e negativas de TSM, com valores entre +3,5°C e -3°C. Um aspecto observado neste ano são as anomalias positivas no norte do Atlântico Sul e negativas no Atlântico subtropical. Essa configuração favorece um aumento do aquecimento da atmosfera tropical e resfriamento da atmosfera subtropical, que pode influenciar a posição e intensidade da corrente de Jato Subtropical (JST). Variações do JST podem influenciar a posição da ZCAS (CAVALVANTI e SHIMIZU, 2012; COLLAZO et al., 2023 e FIALHO et al., 2023).

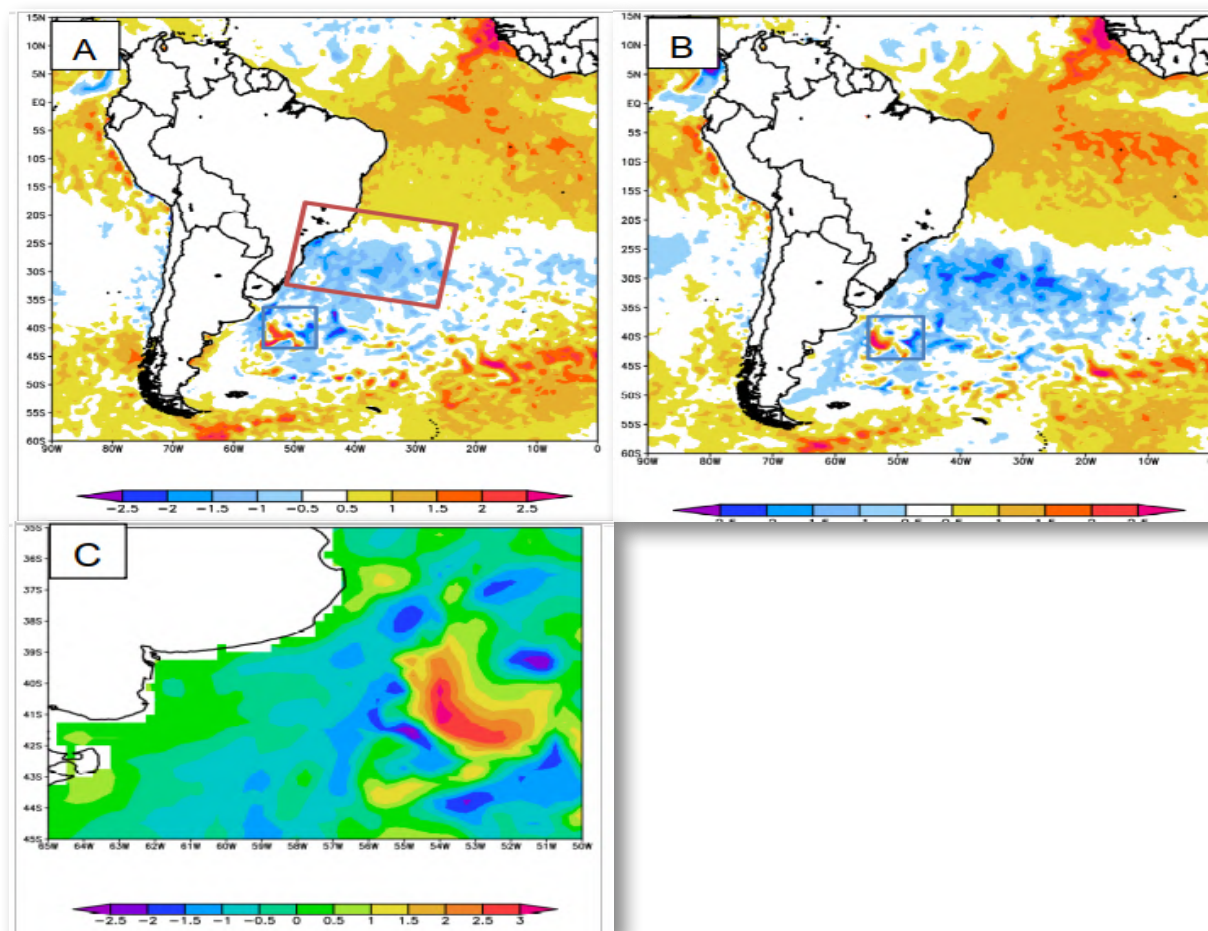


Figura 17- Anomalias da TSM para os dias (A) 05; (B) e (C) 9 de março de 2020. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

Observando as anomalias de TSM de 2005, 2017 e 2020, percebe-se a presença de configurações distintas em cada um dos eventos estudados. Em 2020, são percebidas anomalias positivas no Atlântico Tropical e negativas na faixa subtropical (entre 25°S e 30°S). Em 2017, a configuração é diferente, com anomalias negativas no Atlântico Tropical e anomalias positivas ocorrendo em latitudes extratropicais (a sul de 30°S) e principalmente no Atlântico Sudoeste. Já em 2005, há novamente anomalias positivas na região tropical, mas inferiores a 1°C e longe da costa brasileira, bem como anomalias negativas ao longo da faixa subtropical. Contudo, de forma geral, em 2005, as anomalias são positivas no Atlântico Sudoeste próximo à costa da América do Sul.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor compreender a influência remota da TSM na região do oceano Atlântico Sudoeste, foram realizadas comparações entre os três eventos estudados para evidenciar suas semelhanças e divergências, como forma de identificar diferentes configurações que possam atender ao objetivo deste trabalho. Após a análise de características individuais identificadas nos casos estudados, os eventos foram divididos em duas configurações: a primeira (janeiro de 2005) em que as águas da superfície do oceano têm temperatura acima do normal em todo o entorno da região da CBM, e a segunda, que apresenta um relevante gradiente horizontal de TSM na região da

CBM (eventos de dezembro de 2017 e de fevereiro/março de 2020).

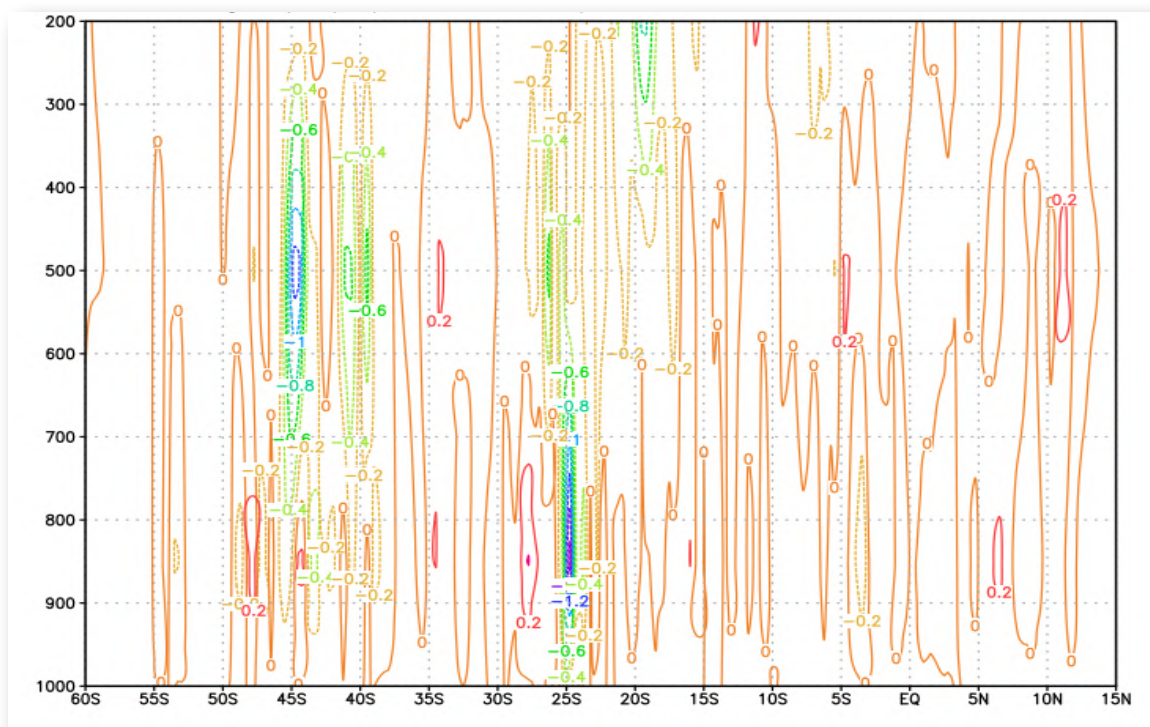
O parâmetro escolhido para a discussão foi a anomalia de ômega (velocidade vertical em coordenadas isobáricas). As anomalias do movimento vertical foram obtidas em relação à média de trinta anos (não apresentada). A partir da análise deste parâmetro, procurou-se identificar o real impacto dos episódios de ZCAS nas células meridionais de circulação. O meridiano 048oW foi usado como referência, pois contempla as proximidades da CBM nas latitudes mais altas e o posicionamento do ramo continental da ZCAS nas latitudes mais baixas.

5.1 Primeira configuração: anomalias positivas de TSM na região da CBM

No evento de janeiro de 2005, o dia 20 foi escolhido para análise porque havia

grande atividade convectiva associada à ZCAS e a ocorrência de anomalia positiva da TSM na região da CBM. Na Figura 18, notam-se anomalias negativas do movimento vertical de -1 Pa/s em torno da latitude 45°S e anomalias positivas na região Sul do Brasil (35°S). Na região Sudeste (25°S), ocorreram anomalias negativas de ômega associadas ao deslocamento de uma frente fria que contribuiu para o posicionamento da ZCAS sobre a região.

Assim, após configurado o episódio, o movimento descendente de ar na região Sul do Brasil pode ser atribuído à combinação da subsidência na dianteira da região da CBM (consequência da convecção em 45°S) e do ar descendente na retaguarda da ZCAS. Neste evento, sugere-se que as águas mais quentes na região da CBM criaram condições favoráveis para a configuração de ZCAS sobre a região Sudeste do Brasil.





A partir da Figura 6A (seção 4.1), observa-se outro aspecto interessante: o JST é menos intenso junto à costa da América do Sul e mais intenso no sudoeste do Oceano Atlântico. Assim sugere-se que pode haver uma teleconexão entre o aquecimento da superfície do oceano na costa da América do Sul e a redução do gradiente meridional de temperatura na região costeira, influenciando a intensidade do JST e, por consequência, a divergência em altitude que dá suporte à ZCAS. Também se nota que o eixo do JST está nas proximidades de 30°S de latitude, favorecendo que a ZCAS se

posicione à nordeste do jato, ou seja, sobre o Sudeste do Brasil.

5.2 Segunda configuração: intenso gradiente de TSM na região da CBM

Para a análise da segunda configuração identificada, foram utilizados os dias 10 de dezembro de 2017 e 1º de março de 2020. Ambos os dias foram escolhidos porque havia intensa convecção associada à ZCAS, assim como na configuração anterior. Nos eventos de 2017 e 2020, o modo de TSM identificado foi de intenso gradiente de TSM na região da CBM

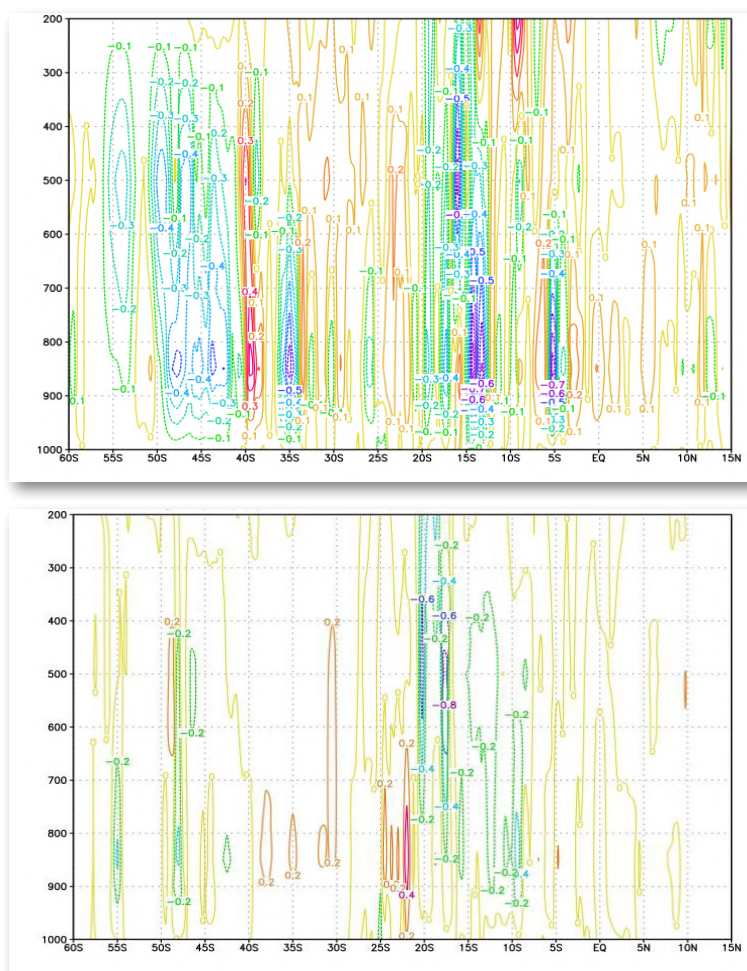


Figura 19- Corte vertical meridional de ω (PA/s), em 48°W e entre as latitudes 60°S e 15°N nos dias (A) 10 de dezembro de 2017 e (B) 28 de fevereiro de 2020. Fonte: elaboração própria a partir de dados do ECMWF.

Nas Figuras 19A e 19B, observam-se valores ligeiramente negativos na região da CBM (45°S) e, em ambos os casos, mais anomalias negativas sobre o norte da região Sudeste do Brasil (20°S) e sobre o sul da região Nordeste (15°S-10°S), ligeiramente defasados da configuração analisada na seção 5.1. As anomalias do movimento vertical na região da CBM, referentes ao segundo tipo de configuração, possuem módulos menores se comparados aos valores observados no episódio de janeiro de 2005 (Figura 18), possivelmente porque as anomalias positivas de TSM são mais discretas (2017 e 2020).

Nos eventos de 2017 e 2020, houve o estabelecimento da ZCAS em latitudes em torno de 15°S-20°S. A partir das Figuras 10A e 14A, das seções 4.2 e 4.3, percebe-se que o JST está mais ao norte do que no caso de 2005. O posicionamento mais ao norte parece estar relacionado com o gradiente meridional de TSM entre a região equatorial e subtropical antes e no início da formação da ZCAS. Note que, conforme a Figura 12 (caso de 2017), a TSM é mais fria que o normal na costa do sudeste e com valores próximos ao normal na região equatorial. Já na Figura 16 (caso 2020), a TSM é mais quente que o normal no equador e mais fria que o normal na costa sul-sudeste do Brasil. Assim, a divergência em altitude que dá suporte à convergência em superfície e ao movimento vertical ascendente, condições necessárias à configuração de um episódio de ZCAS, posicionou-se em latitudes mais baixas, no norte da região Sudeste e sul da região Nordeste.

Depois da ZCAS estabelecida mais ao norte, sugere-se que a convecção da zona de convergência favorece movimento descendente na retaguarda do sistema, o que favorece o aquecimento do oceano em latitudes subtropicais. Note que a anomalia positiva da TSM na costa sudoeste do

Atlântico aumenta sua área com a evolução dos eventos de ZCAS.

Destaca-se ainda que, no episódio de ZCAS de 2020, foi observado aquecimento do Atlântico Tropical, que pode ser confirmado pela presença de anomalias positivas de TSM na região. Este fato pode ter influenciado o transporte de umidade do oceano tropical para o continente, aumentando a precipitação continental.

Portanto, a configuração da TSM na região da CBM tem potencial de alterar a circulação meridional, induzindo ou inibindo os movimentos verticais de ar e de modificar o posicionamento da ZCAS. Isto é, anomalias positivas de TSM na região da CBM favoreceram a posição da ZCAS sobre a região Sudeste, enquanto nos casos em que há forte gradiente de TSM na região da CBM, a posição da ZCAS tende a ser mais ao norte, corroborando com os testes realizados por Cataldi et al. (2010). Além disso, após estabelecida a ZCAS, formaram-se regiões de movimento descendente de ar na retaguarda da ZCAS, o que, associado ao movimento descendente na dianteira da região da CBM tem potencial de interferir na manutenção da ZCAS

6. CONCLUSÃO

A complexa interação entre a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do oceano Atlântico Sudoeste na região da Confluência Brasil-Malvinas e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) desempenha um papel importante na dinâmica da precipitação da América do Sul. Mas, apesar do assunto ZCAS ser altamente difundido, a teleconexão entre esse tipo de evento e as anomalias de TSM do Atlântico Sul ainda possui lacunas importantes.

A TSM na região da CBM exerce uma influência significativa na atmosfera,



afetando a circulação da América do Sul e contribuindo para a formação de sistemas de baixa pressão. E a TSM do Oceano Atlântico Sul como um todo desempenha um papel relevante na configuração da ZCAS. O presente trabalho buscou contribuir com os conhecimentos acerca da ZCAS, investigando possíveis relações entre a ocorrência de anomalias da TSM no Atlântico Sudoeste e a dinâmica da formação e posicionamento da ZCAS.

Foram analisados três eventos de ZCAS ocorridos em: janeiro de 2005, dezembro de 2017 e fevereiro/março de 2020, utilizando dados observados e as reanálises ERA5.

Séries temporais da TSM foram construídas, e os padrões observados nos períodos dos eventos de ZCAS selecionados foram analisados em busca de indicadores de alguma relação entre a TSM no Atlântico Sudoeste e a ZCAS.

A série temporal de trinta anos da TSM na região da CBM indicou uma tendência de aumento a partir da década de 90. Mais recentemente, essa tendência parece ter se estabilizado. De forma geral, observou-se uma variação da TSM média na região da CBM de aproximadamente +0,5o C entre 2000 e 2017. A partir de 2018, há um decréscimo da TSM, rompendo a tendência de aquecimento mencionada anteriormente.

Nos três eventos analisados, observou-se que a distribuição da umidade específica sobre a América do Sul nos meses estudados apresentou máximos que coincidem com os máximos de precipitação. O escoamento de ar que transporta umidade do norte do continente para o centro-sul tem orientação similar à faixa de precipitação. Ou seja, fica clara a importância da convergência de umidade na ZCAS para a precipitação dos eventos estudados. Além disso, notou-se que o aquecimento

do Atlântico Tropical observado no evento de 2020 pode ter favorecido o aumento da precipitação continental.

A relação TSM do Atlântico e ZCAS é complexa. As análises, entretanto, destacaram alguns pontos importantes. A configuração das anomalias de TSM do sul do Atlântico Sul parece estar relacionada às variações da circulação geral na América do Sul.

No primeiro evento, ocorrido em janeiro de 2005, observou-se um aquecimento significativo das águas nas proximidades da região da CBM. Neste caso, a ZCAS se desenvolveu apresentando uma configuração típica, em que a Zona de Convergência esteve alinhada desde a região Amazônica, posicionando-se sobre o litoral do Sudeste do Brasil. Durante o evento, a TSM próximo à costa do Sudeste reduziu devido à nebulosidade associada à ZCAS, mas as anomalias positivas na região da CBM se mantiveram.

No segundo e terceiro episódios, ocorridos em dezembro de 2017 e fevereiro/março de 2020, observou-se um gradiente de anomalias da TSM na região da CBM. Essa configuração pode ter alterado o padrão típico de circulação atmosférica, deslocando o JST para latitudes mais ao norte que no caso de 2005. Por conseguinte, a ZCAS ancorou-se a norte da posição climatológica, estendendo-se desde a região Norte do Brasil para o oceano, onde ela se posicionou desde o litoral sul da região Nordeste até o litoral norte da região Sudeste. Nos casos de 2017 e 2020, após o estabelecimento da ZCAS, as condições atmosféricas favoreceram o aumento da TSM no Atlântico Subtropical (Figuras 13 e 17), tanto na borda sul do ASAS, quanto na costa da América do Sul, próximo à foz do rio da Prata.

Portanto, os resultados deste estudo apontaram a relevância da TSM do Atlântico Sudoeste como um fator a ser considerado na dinâmica dos eventos de ZCAS. Ou seja, sugere-se que existe um mecanismo de

interação entre a configuração das anomalias de TSM do Atlântico Sudoeste e variações do movimento vertical que influenciam a posição e a intensidade dos eventos de ZCAS aqui estudados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, D. R.; QUADRO, M. F. L. Classificação de eventos extremos de precipitação quanto sua intensidade, persistência e abrangência na região das ZCAS. *Metodologias e Aprendizado*, v.2, p.76–81, 2019.

BARREIRO, M.; CHANG, P.; SARAVANAN, R. Variability of the South Atlantic Convergence Zone Simulated by an Atmospheric General Circulation Model. *Journal of Climate*, v. 15, p. 745-763, 2002.

BOMBARDI, R.; CARVALHO, L.; JONES, C.; REBOITA, M. Precipitation over eastern South America and the South Atlantic Sea surface temperature during neutral ENSO periods. *Climate Dynamics*, v. 42, p. 1553-1568, 2014.

CARVALHO, L. M. V., JONES, C., LIEBMANN, B. Extreme Precipitation Events in Southeaster South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate*, v. 15, p. 2377-2394, 2002.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal and Interannual Activity and Extreme Rainfall. *Journal of Climate*, v. 17, p. 88-108, 2004.

CATALDI, M.; CAMARGO, R.; KAYANO, M. T. Estudo da influência das anomalias da TSM do Atlântico Sul Extratropical na região da Confluência Brasil Malvinas no regime hidrometeorológico de verão do Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 4, p. 513-524, 2010.

CAVALCANTI, I.; SHIMIZU, M. Climate fields over South America and variability of SACZ and PSA in HadGEM-ES. *American Journal of Climate Change*, v.01, p. 132-144, 2012.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM). Carta Sinótica. Niterói, RJ, 2023.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC) - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Carta Sinótica. São José dos Campos, São Paulo, 2021.

CHELTON, D. B.; SCHLAX, M.G.; WITTER, D.L.; RICHMANN, J.G. Geosat altimeter observations of the surface circulation of the Southern Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, v. 95, n. C10, p. 17877-17903, 1990.



COLLAZO, S.; GARCÍA-HERRERA, R.; BARRIOPEDRO, D. Summer upper-level jets modulate the response of South American climate to ENSO. *Climate Dynamics*, 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06955-9> >. Acesso em 05 out 2023.

Copernicus Climate Change Service (C3S). ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS). 2017. Disponível em: < <https://cds.climate.copernicus.eu/#!/home> >. Acesso em 14 mar 2023.

ESCOBAR, G. J. C. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): Critério de detecção para uso em centros operacionais de previsão de tempo. *Nota Técnica - INPE*, 2019.

FIALHO, W.; CARVALHO, L.; GAN, M.; VEIGA, S. Mechanisms controlling persistent South Atlantic Convergence Zone events on intraseasonal timescales. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 152, p. 75-96, 2023

GRAMCIANINOV, C. B. Variabilidade da Corrente do Brasil na região da Confluência Brasil-Malvinas através de simulações numéricas. *Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade de São Paulo*, 2012.

HERSBACH, H., BELL, B., BERRISFORD, P. et al. ERA5 hourly data on pressure levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), 2023.

KODAMA, Y. Large-scale common features of Sub-tropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of Subtropical Frontal Zones. *Journal of Meteorological Society of Japan*, v. 70, n. 4, p. 813-835, 1992.

KODAMA, Y. Large-scale common features of Sub-tropical Convergence Zones (The Baiu Frontal Zone, The SPCZ, and the SACZ). Part II: conditions of the circulation for generating the STCZs. *Journal of Meteorological Society of Japan*, v. 71, n. 5, p. 581-610, 1993.

LEYBA, I.; SOLMAN, S.; SARACENO, M. Trends in sea surface temperature and air–sea heat fluxes over the South Atlantic Ocean. *Climate Dynamics*, v. 53, p. 4141-4153, 2019.

MARINHA DO BRASIL. Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Meteorologia Marítima - NORMAM-701. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Niterói, RJ, 2023.

MOURA, R. Mecanismos de estabilidade da Camada Limite Atmosférica Marinha na região da Confluência Brasil-Malvinas. *Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos*, 2017.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K., C. Alternating Wet and Dry Conditions over South America During Summer. *Monthly Weather Review*, v. 125, p. 279-291, 1997.

PETERSON, R.G.; STRAMMA, L. Upperlevel circulation in the South Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography*, v. 26, p. 173, 1991.

PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B. de; ACEVEDO, O.; WAINER, I.; MATA, M. M.; GARCIA, C. A. E.; CAMARGO, R. de. Multiyear measurements of the oceanic and atmospheric boundary layers at the Brazil-Malvinas confluence region, *Journal of Geophysical Research.*, v. 114, 2009.

PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B. D.; QUADRO, M. F. A review on the oceanatmosphere interaction processes in regions of strong sea surface temperature gradients of the South Atlantic Ocean based on observational data. *Revista Brasileira De Meteorologia*, v.102, p. 428-453, 2016.

PEZZI, L.P.; Quadro, M.F.L.; Lorenzetti, J.A. et al. The effect of Oceanic South Atlantic Convergence Zone episodes on regional SST anomalies: the roles of heat fluxes and upper-ocean dynamics. *Climate Dynamics*, v. 59, p. 2041–2065, 2022.

QUADRO, M. F. de L. Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994.

QUADRO, M. F. L.; PEZZI, L. P.; ROSA, E. B. O climanálise e o monitoramento da ZCAS nos últimos 30 anos. *Revista Climanalise*, edição comemorativa 30 anos, 2016.

REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M.S.; MARIETTO, D.M.G.; SOUZA, A.; BARBOSA, M. Caracterização atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 21, ago. 2017.

SOUZA, P.H.A.O.; TEIXEIRA, F.V.B. Análise da tendência de temperatura da superfície do mar e fluxos de calor no Atlântico Sudoeste entre os anos de 1959 e 2020. *Anais Hidrográficos*, t. 80, 2023.

STRUB, P.T.; JAMES, C.; COMBES, V.; MATANO, R.P.; PIOLA, A.R.; PALMA, E. D.; SARACENO, M.; GUERRERO, R.A.; FENCO, H.; RUIZ-ETCHEVERRY, L.A. Altimeter-derived seasonal circulation on the southwest Atlantic shelf: 27°–43° S. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, v. 120, n. 5, p. 3391-3418, 2015.

TEIXEIRA, F.V.B. Estudo da Zona de Convergência do Atlântico Sul com Simulações Estendidas do Modelo Regional Atmosférico RAMS. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro. 2000.

VENEGAS, S. A.; MYSAK, L. A.; STRAUB, D. N. Atmosphere-Ocean coupled variability in the South Atlantic. *Journal of Climate*, v. 10, p. 2904-2920, 1997.

XUE, H.; PAN, Z.; BANE, J.M. A 2D coupled atmosphereocean model Study of air-sea interactions during a cold air advection over the Gulf Stream. *Monthly Weather Review*, v. 128, p. 973-966, 2000.



VII – EFEMÉRIDES HIDROGRÁFICAS

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN)

☼ De 6 a 10 de maio, a DHN, juntamente com o *International Centre for Electronic Navigational Charts* (IC-ENC), promoveu o curso *S-57 Validation Training*. A capacitação internacional foi realizada no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino (CIAARA) e contou com a participação de cinco oficiais do CHM e representantes de sete países latino-americanos. Foram ministradas aulas teóricas e práticas com os softwares de produção, validação e visualização de Cartas de Navegação Eletrônicas (ENC).

☼ De 2 a 6 de setembro, a convite da Marinha da República Popular da China (*People's Liberation Army Navy* – PLAN), uma comitiva composta pelo Diretor de Hidrografia e Navegação, pelo Diretor do Centro de Hidrografia da Marinha e por um Oficial da Superintendência de Segurança da Navegação foi recebida no quartel-general, em Pequim, pelo Vice-Comandante da PLAN, e visitou o *China Navy Hydrographic Office* (CNHO), a *China Navigation Publications Press* (CNPP) em Tianjin e a Academia Naval em Dalian, discutindo-se cooperação técnica, intercâmbio acadêmico e avanços na produção de cartas náuticas.

☼ Em 27 de setembro, na Cerimônia do Dia do Hidrógrafo, o Vice-Almirante Antonio Fernando Garcez Faria, mestre e doutor em oceanografia física na *Naval Postgraduate School* (1995-1997), ex-Diretor de Hidrografia e Navegação (2018 a 2019) e atualmente perito da Comissão de Limites

da Plataforma Continental em Nova Iorque, recebeu do Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, o Prêmio "Mérito Hidrográfico" em reconhecimento à sua abnegada dedicação ao Serviço Hidrográfico Brasileiro.

☼ De 7 a 9 de outubro, a DHN sediou a 31ª Reunião de Trabalho do Conselho Consultivo sobre a Lei do Mar (ABLOS), seguida do Seminário Internacional "UNCLOS: *Spreading the Word*". Foram discutidas ações para ampliar a visibilidade do órgão, desenvolver materiais de treinamento e revisar o Manual C-51 (TALOS). No seminário foram abordados limites marítimos, biodiversidade em áreas além da jurisdição nacional e o patrimônio comum da humanidade.

☼ Em 16 de outubro, em Mônaco, por ocasião da 8ª Sessão do Conselho da Organização Hidrográfica Internacional, os diretores da DHN e do *United Kingdom Hydrographic Office* assinaram a renovação do acordo bilateral para intercâmbio de dados e compartilhamento de expertise no campo da hidrografia.

☼ Em dezembro, o Diretor de Hidrografia e Navegação deliberou a retomada da tradicional capa verde nos periódicos "Anais Hidrográficos", "Almanaque Náutico" e demais publicações náuticas. A medida visa resgatar as cores históricas que marcam a trajetória e a tradição da Diretoria, a fim de preservar a identidade visual consagrada ao longo dos anos.

GRUPAMENTO DE NAVIOS HIDROCEANOGRÁFICOS (GNHo)

AVISO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “ASPIRANTE MOURA”

☙ Em 30 de agosto, o navio realizou a soltura de 19 Pinguins de Magalhães na Corrente do Brasil, a fim de prestar apoio ao INEA e a Organizações Não-Governamentais (ONG) que trabalham na recuperação e tratamento de animais marinhos.

☙ Entre 4 e 26 de novembro, o navio realizou a prática de utilização de Sonar de Varredura Lateral e de sondagem monofeixe para o CAHO e C-Ap-HN, além de apoio logístico e instrucional ao LHFC 2024, no canal de São Sebastião (SP), a fim de atualizar o Roteiro Costa Sul e as cartas náuticas 1640, 1643 e 1644. Durante o levantamento, a área total sondada foi de 23,48 km².

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FAROLEIRO “ALMIRANTE GRAÇA ARANHA”

☙ Entre 15 e 19 de janeiro, o navio realizou a Comissão "QUEBRA SAL EFOMM/ SINALIZAÇÃO NÁUTICA SUDESTE I", embarcando 178 adaptandos da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (EFOMM) para atividades de familiarização a bordo. Durante o embarque, foram realizadas apresentações em diversos setores do navio, tais como Manobra, Navegação, Máquinas e Convés.

☙ Entre 25 de março e 23 de abril, o navio realizou a Comissão "CHAtSO/ OCEATLAN", participando da reunião anual da Comissão Hidrográfica do Atlântico Sudoeste (CHAtSO) e no evento Aliança Regional para a Oceanografia no Atlântico Sudoeste Superior e Tropical (OCEATLAN), com a participação da Armada da República Argentina (ARA) e outras delegações. Dessa forma, realizou ação de presença, fortaleceu

laços de amizade com as nações vizinhas e reafirmou a posição do Brasil frente a OHI.

☙ Entre 4 e 10 de setembro, o navio realizou a comissão “RECON LHFC”, em São Sebastião (SP), prestando apoio logístico e operacional às atividades de reconhecimento para o LHFC conduzidas pelo CIAARA. Além disso, em 8 de setembro, foi realizado o aumento do aparelho de fundeio da boia meteoceanográfica SPOTTER, fundeada nas proximidades da Ilha de Alcatrazes (SP), em apoio ao CHM.

☙ Entre 16 e 18 de dezembro, o navio participou da Comissão “Avaliação Operacional Submarino Classe Riachuelo”, em conjunto com o Submarino “Humaitá” (S41). Na ocasião, foi realizado o apoio pelo navio para avaliação do desempenho do lançamento dos torpedos de exercício F-21, dos Submarinos Classe Riachuelo.



NAVIO POLAR “ALMIRANTE MAXIMIANO”

☼ Durante a OPERANTAR XLII, em 8 de março, o NPo “Almirante Maximiano” cruzou, pela primeira vez, o Círculo Polar Antártico, alcançando a latitude 66° 53,354'S, onde realizou sua estação oceanográfica mais austral. Tal feito permitirá uma comparação sinótica de regiões ao largo da Península Antártica.

☼ Em 9 de abril, após 184 dias de comissão, o NPo “Almirante Maximiano” atracou na Base Naval da Ilha das Cobras (BNIC), encerrando sua participação na OPERANTAR XLII. Em comissões superiores a 180 dias, por tradição, iça-se a flâmula de fim de comissão em substituição à flâmula de comando. Na ocasião, o navio adentrou a barra grande do Rio de Janeiro com a flâmula de fim de comissão drapejando no tope de seu mastro.

NAVIO DE APOIO OCEANOGRÁFICO “ARY RONGEL”

☼ Nas OPERANTAR XLII e XLIII, destacaram-se o lançamento e recolhimento de acampamentos de pesquisa científica na Antártica, nas Ilhas James Ross, Vega e Rei George, e a execução de dois LH no Estreito

de Bransfield, que corresponderam a uma área sondada de 406 km², em fevereiro, e 411 km², em novembro, em cumprimento ao PTHidro 2024-2027, e geraram dados para a produção das cartas náuticas 9151 e 9152.

NAVIO DE PESQUISA HIDROOCEANOGRÁFICO “VITAL DE OLIVEIRA”

☼ Entre 19 de fevereiro e 22 de julho, o NPqHo “Vital de Oliveira” realizou a comissão “Comitê Gestor I”, a sua mais longa expedição em seus nove anos de serviço, contando com 126 dias de mar durante cinco meses na Margem Equatorial do Brasil. Foram feitas 63 estações oceanográficas, 639 coletas de amostras de água, 152 coletas de fundo marinho, 50 lançamentos de drop-cameras, 12 horas e 42 minutos de filmagem com ROV portátil e a definição da superfície marinha em 105.162,46 km² de área.

☼ Entre 9 de agosto e 4 de setembro, o navio prestou apoio ao 20º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar e 8º Congresso Brasileiro de Oceanografia

(COLACMAR-CBO), recebendo 1.423 congressistas em Itajaí. Durante a comissão, também foram realizadas atividades de reconhecimento das estações maregráficas e fluviométricas, além de auxílios à navegação que foram afetados pelas enchentes de maio no Rio Grande do Sul.

☼ Entre 4 e 29 de novembro, o navio apoiou o LHFC-2024, servindo como base operacional e logística às instruções dos futuros Oficiais Hidrógrafos e Praças aperfeiçoadas em Hidrografia e Navegação. Realizou-se sondagem batimétrica, coleta de amostras geológicas, obtenção do perfil da velocidade do som e execução de estações oceanográficas em áreas pré-definidas no entorno da ilha de São Sebastião, SP.

NAVIO OCEANOGRÁFICO “ANTARES”

Entre 11 e 30 de outubro, o navio realizou a “Comissão Proamazônia Azul I”, em apoio ao projeto “Identificação de processos de mesoescala entre 14°S e 17°S como suporte aos estudos de dispersão do óleo no mar”, da UFSB. Esse projeto

visa obter uma avaliação da variabilidade espaço-temporal das estruturas de mesoescala no litoral sul da Bahia, principalmente com a identificação e caracterização do vórtice de Ilhéus e de Royal-Charlotte.

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “CRUZEIRO DO SUL”

Entre 18 de outubro e 9 de dezembro, o NHO “Cruzeiro do Sul” realizou a Comissão “LEPLAC 29/PROAMAZÔNIA AZUL” e coletou dados batimétricos, com ecobatímetro multifeixe, e de sísmica rasa, na margem oriental da Elevação do Rio Grande (ERG) em apoio ao Levantamento

da Plataforma Continental (LEPLAC). Ademais, o navio recolheu uma linha de fundeio, de aproximadamente 1.500 m, a 100 MN ao sul de Arraial do Cabo - RJ, em apoio ao Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (PCRBS), da USP.

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO “TAURUS”

Entre 17 e 23 de maio, foi realizado o imageamento do fundo do canal de entrada da Baía de Guanabara, com o objetivo de garantir o trânsito seguro dos navios da Marinha dos Estados Unidos, durante a Comissão Southern Sea. A operação teve como capitânia da frota o porta-aviões nuclear USS George Washington, da classe Nimitz.

Entre 23 de setembro e 2 de outubro, foi realizado o imageamento do canal secundário da Baía de Sepetiba, com o objetivo de garantir a navegação segura do submarino norte-americano USS Hampton,

da classe Los Angeles, que se dirigia para atracação na Base de Submarinos da Ilha da Madeira, durante a Comissão “ESPADARTE”.

Entre 5 de novembro e 10 de dezembro, durante o LH SUL, de forma inédita, o navio navegou no interior da Lagoa dos Patos com o objetivo de avaliar as condições de navegabilidade ao longo do canal entre as cidades de Rio Grande (RS) e Porto Alegre (RS). Para isso, foram realizadas a sondagem batimétrica com o ecobatímetro monofeixe EA-400 e o imageamento com o sonar de varredura lateral Klein 5000v2, simultaneamente, ao longo de todo o trecho.



CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM)

☼ Em janeiro, o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) lançou o “CHM Talks”, fórum técnico destinado à apresentação de desafios e à busca de soluções inovadoras por meio do diálogo entre especialistas. A primeira edição ocorreu em janeiro e, ao longo do ano, foram realizados nove encontros na Sala de Reuniões do CHM, com transmissão via Webex. A iniciativa reforçou a importância da cooperação e do pensamento coletivo para o êxito das missões.

☼ Entre 15 e 21 de fevereiro, a cerca de 230 milhas náuticas a sudeste do Rio de Janeiro, formou-se a Tempestade Tropical Akará. O Serviço Meteorológico Marinho (SMM), executou o monitoramento e classificação da tempestade que apresentou características tropicais. O último ciclone tropical nomeado no litoral brasileiro foi o Iba, ocorrido em março de 2019. O fenômeno apresentou ventos de até 83 km/h e ondas de até 5,6 metros. Deslocou-se para o sul/sudoeste, afetando áreas DELTA, BRAVO e SUL OCEÂNICA da METAREA V. Em 20 de fevereiro, o ciclone enfraqueceu e perdeu suas características tropicais.

☼ Em março, foi lançada a primeira edição do informativo “Conexões CHM”, inaugurando uma nova ferramenta de Comunicação Social deste Centro. Voltado à Tripulação do CHM e ao público em geral interessado, o periódico busca conectar pessoas e valorizar o trabalho diário no CHM. Ao longo do ano, foram publicadas dez edições, reflexo do engajamento da equipe em dar visibilidade às ações e às contribuições que impulsionam este Centro.

☼ Em 18 de abril, o CF Vinícius Pessanha, hidrógrafo do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), recebeu o Prêmio “Soberania pela Ciência”, conquistado por meio do seu artigo “Previsão do Enterramento de Munhões e Minas Navais em Leito Marinho Arenoso”. A entrega ocorreu durante a cerimônia do “Dia da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha”, no Clube Naval de Brasília, presidida pelo Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen.

☼ Durante a enchente histórica no Rio Grande do Sul, entre abril e maio, o SMM emitiu boletins diários por 34 dias para monitorar a situação e 8 avisos de mau tempo de vento forte e ressaca no litoral. Essas informações foram divulgadas à imprensa e à população e auxiliaram o Comando do 5º Distrito Naval e a Defesa Civil na operação conjunta, contribuindo para a mitigação dos impactos e a segurança durante o evento extremo.

☼ Em maio, o CHM concluiu a modernização parcial do sistema de climatização do seu Centro de Dados com três novas unidades *Self Contained*, como parte do processo de revitalização de sua infraestrutura crítica do Centro de Dados. A modernização trouxe maior confiabilidade, mitigando o risco de comprometimento ao bom funcionamento e à continuidade dos serviços de Segurança da Navegação, da produção Cartográfica e do SMM.

☼ Em cumprimento ao Plano de Trabalho de Cartografia 2024-2027, foram publicadas as primeiras edições das cartas náuticas: 811 – Porto de Natal e a respectiva carta de navegação eletrônica BR500811, em 1 de junho de 2024, e 921 – Porto de Maceió-AL e a respectiva carta de navegação eletrônica BR500921, em 27 de setembro. Destaca-se que esta última foi a primeira carta elaborada com dados de contorno obtidos por drone operado por equipe volante do CHM.

☼ Em junho, foi publicada a segunda edição das cartas náuticas da Hidrovia Uruguai-Brasil, na Lagoa Mirim, elaboradas em conjunto pelos Serviços Hidrográficos do Brasil e do Uruguai. As cartas 2201 (Punta San Miguel hasta Punta dos Afogados) e 2202 (Punta Quiroga hasta Punta Santiago), ambas na escala 1:75.000, trazem atualizações importantes para a navegação segura na região, reafirmando a cooperação bilateral entre os dois países.

☼ Entre 21 de julho e 7 de agosto, o Serviço Meteorológico Marinho (SMM) prestou apoio à Confederação Brasileira de Vela nos Jogos Olímpicos da França por meio da elaboração diária de boletins de previsão meteoceanográfica. Foram gerados produtos numéricos de vento, ondas e correntes marítimas específicos para a área de competição, no litoral de Marselha, que permitiram assim uma previsão mais acurada das condições ambientais para a equipe brasileira.

☼ Em setembro, foi lançada a versão 5.0 da aplicação SISCORAR, ferramenta para prever correntes de maré em águas rasas. A nova versão ampliou sua área de cobertura para incluir a Baía de Todos os Santos e o Porto de Vitória-ES. O modelo ADCIRC, que alimenta o sistema de Previsão Ambiental

Marinha (PAM), também incorporou essas regiões. Foram adicionadas funcionalidades no PAM, como geração de meteogramas e visualização de imagens de satélite de precipitação.

☼ Em novembro, foram recebidas as primeiras unidades de “sailbuoy”, que são veículos autônomos de superfície propulsados à vela para coleta de dados meteoceanográficos, como parte do Projeto REMObs, firmado entre o CHM e a PETROBRAS. O recebimento desses veículos contribuem para a coleta sistemática de dados no mar de forma eficiente, sustentável e de baixo custo.

☼ A Tempestade Subtropical Biguá formou-se em 15 de dezembro, a cerca de 50 milhas náuticas, a nordeste de Chuí (RS). Identificada pelo SMM, teve ventos máximos de 45 nós e ondas de até 4,9 metros. O ciclone deslocou-se para nordeste, afetando as áreas oceânicas ALFA e sul da METAREA V. No dia 16, enfraqueceu para depressão subtropical e, posteriormente, perdeu suas características subtropicais.

☼ Em 19 de dezembro, foram assinados os Convênios de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação (ECTI) da Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO Observacional) (P&D e Infraestrutura). Este convênio é fruto de uma parceria entre o CHM e a Petrobras, com o suporte administrativo da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep), visando implementar um sistema abrangente de monitoramento das condições meteorológicas, oceanográficas e maregráficas ao longo do litoral brasileiro. A execução do projeto está prevista para ocorrer ao longo de 60 meses e inclui a contratação de equipes especializadas, bem como a aquisição de equipamentos



de coleta oceanográfica de última geração, como veículos autônomos não tripulados de subsuperfície (*Glider*) e de superfície (*Sailbuoy*).

☼ Em 27 dezembro, foi celebrado o Jubileu de Prata de ativação do CHM. A programação incluiu culto ecumênico e cerimônia militar na DHN, reunindo autoridades, ex-diretores e representantes da tripulação. O evento destacou a trajetória e as conquistas do CHM, homenageando os militares que contribuíram, ao longo dos anos, para o sucesso e a excelência das atividades do Centro.

☼ No final do ano, o CHM adquiriu o módulo S-100 do HPD, da empresa CARIS Teledyne, sendo realizada também a atualização do Banco da versão 4.1 para a 5.0, etapas essenciais para a transição à nova geração de produtos cartográficos. A consecução dessas atividades se constituem um marco na produção cartográfica, tornando-se possível gerar cartas náuticas S-101 diretamente do Banco de Dados, garantindo conformidade entre os produtos S-57 e S-101, e permitindo a atualização estruturada do HPD, em alinhamento com os padrões da OHI.

☼ No decorrer do ano foram publicadas sete novas edições de cartas náuticas do Tramo Paraguaio e seis novas edições do Tramo Norte do Rio Paraguai, totalizando treze novas edições voltadas à atualização cartográfica da Hidrovia.

☼ A nova versão em desenvolvimento do SISTUF tem o objetivo de mitigar os riscos de segurança da versão anterior e oferecer uma interface gráfica mais intuitiva para os usuários. Não obstante, a mudança proporcionará a integração de serviços com o governo federal e permitirá a integração com os Registros de Referência da Infraestrutura Nacional de Dados para a utilização de dados como CPF, CNPJ, CEP e informações sobre municípios de forma automática e interoperável.

☼ Foi aprovado pela DGN e pela DCTIM o desenvolvimento do sistema *Ship Synop Web*. Este sistema tem o propósito de informatizar a aquisição e o envio dos dados meteorológicos, atualmente feito em papel no modelo DHN-5934, oferecendo maior confiabilidade e agilidade no recebimento e importação dos dados no BNDO, contribuindo de modo efetivo com a Segurança da Navegação.

CENTRO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO OESTE (CHN-6)

☙ Entre 30 de abril e 22 de junho, o AvHoFlu “Caravelas” realizou a Comissão Hidrográfica “SONDOPE 2024”, fruto de um acordo bilateral entre os governos do Brasil e do Paraguai. Em águas nacionais e estrangeiras, entre as cidades de Porto Murtinho (MS) e Assunção-PAR, foram coletados dados geoespaciais para a atualização/construção de oito documentos náuticos, totalizando 121,6 km² de área sondada.

☙ Em 3 de setembro, o Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, realizou a entrega das 34 cartas náuticas, que correspondem aos 542 km do trecho de soberania exclusivamente paraguaia da hidrovia, ao Comandante da Armada do Paraguai (ARPAR), Vice-Almirante Lucio Benítez Escalante. O evento demonstrou o comprometimento da MB com a segurança da navegação na Hidrovia Paraguai-Paraná e a disposição em continuar colaborando com o país vizinho.

CENTRO DE AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO ALMIRANTE MORAES REGO (CAMR)

☙ Entre 15 e 18 de julho, o CAMR instalou a nova Estação de Referência do Serviço de Transmissão de Correções Diferenciais para os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (DGNSS) no Farol de São Tomé (RJ).

O Farol de São Tomé é o quarto radiofarol operado pela Marinha do Brasil a ter a Estação de Referência modernizada para o padrão DGNSS, após a instalação nos faróis da Ilha Rasa (2021), Moela e Paranaguá (2023).

SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO NÁUTICA DO LESTE (SSN-2)

☙ Em 9 de agosto, a Marinha do Brasil, por intermédio do Comando do 2º Distrito Naval e a Fundação Projeto Tamar, renovaram, por mais 5 anos, o Acordo de

Cooperação do Farol “Garcia d’Ávila”, localizado na Praia do Forte (BA). Esta parceria, iniciada em 1983, visa à preservação ambiental, especialmente das tartarugas-marinhas.

SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO NÁUTICA DO SUL-SUDESTE (SSN-8)

☙ Após a conclusão das negociações com a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), o Serviço de Sinalização Náutica do Sul-Sudeste (SSN-8) obteve a posse oficial do terreno destinado à construção de sua sede definitiva. O projeto, que será financiado com

recursos do Ministério dos Portos e Aeroportos, terá seu processo licitatório conduzido pela Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com previsão de início no segundo semestre de 2025 .



DHN – CASA D´ARMAS DA PONTA DA ARMAÇÃO

“Sou Hidrógrafo em tempo de paz, mas em tempo de guerra reivindico meus foros de oficial combatente e, por isso, me apresso em solicitar a V. Exa. permissão para conduzir o navio sob meu comando ao porto do Rio de Janeiro a fim de completar sua artilharia e munições bélicas e partir para o Rio da Prata e incorporar-me à divisão em operações”.

(Von Hoonholtz, Barão de Teffé)



Acesse os Anais Hidrográficos pelo QR CODE
ou em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/anais-hidrograficos>.