

65

IPqM



Edição comemorativa
dos 65 anos do
Instituto de Pesquisas
da Marinha

O sol simboliza a luz que ilumina e orienta a inteligência na pesquisa à procura do desconhecido, representado pela cor preta.

O chefe ondado com a âncora alude à Marinha.



O Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) é uma Instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICT) integrante do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SCTMB). Desenvolve atividades de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços tecnológicos. Tem o propósito de realizar atividades de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços tecnológicos, associados a sistemas, equipamentos, componentes, materiais e técnicas, nas áreas de Sistemas de Armas, Sensores, Guerra Eletrônica, Guerra Acústica, Sistemas Digitais e Tecnologia de Materiais, a fim de contribuir para a independência tecnológica do Brasil, impulsionar a tríplice hélice e fortalecer o Poder Naval. Sua visão estratégica é consolidar-se como Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT) de referência nos campos de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico nas suas áreas de atuação finalística definidas na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, fortalecendo o Poder Marítimo e a expressão científica e tecnológica do Poder Nacional.



Edição comemorativa dos 65 anos do
Instituto de Pesquisas da Marinha



Edição comemorativa dos 65 anos do
Instituto de Pesquisas da Marinha



Rio de Janeiro
2024

Copyright © Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, 2024.
Direitos reservados pela Lei 9.610 de 19.02.1998.
É proibida a reprodução total ou parcial deste livro sem autorização por escrito da editora ou do autor.

Fizemos todos os esforços ao nosso alcance para localizar os detentores dos direitos autorais relativos às imagens publicadas e dar os devidos créditos às mesmas.
A quem detiver informações complementares ou correções, pede-se encarecidamente que entre em contato para corrigirmos os itens em questão na próxima edição.

159

IPqM 65 anos / Instituto de Pesquisas da Marinha – Rio de Janeiro : Letras Marítimas, 2024.

ISBN: 978-65-5669-041-4

1. História do Instituto de Pesquisas da Marinha.
2. IPqM. 3. Marinha do Brasil. I. Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha

CDD: 359.981

Ficha catalográfica elaborada por Terezinha de Fatima Puppim dos Reis. CRB-7: 6035

Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha
Rua D. Manuel, 15, Praça XV de Novembro - Centro - Rio de Janeiro
www.marinha.mil.br/dphdm

Impresso no Brasil



**MARINHA
DO BRASIL**

Comandante da Marinha

Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen

Chefe do Estado-Maior da Armada

Almirante de Esquadra André Luiz Silva Lima de Santana Mendes

Diretor-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha

Almirante de Esquadra Alexandre Rabello de Faria

Diretor do Centro Tecnológico da Marinha do Brasil no Rio de Janeiro

Contra-Almirante (EN) Alexandre de Vasconcelos Siciliano

Diretora do Instituto de Pesquisas da Marinha

Capitão de Mar e Guerra (EN) Carla de Sousa Martins





Edição comemorativa dos 65 anos do Instituto de Pesquisas da Marinha

Instituto de Pesquisas da Marinha

Diretora:

CMG (EN) Carla de Sousa Martins

Organizador:

CMG (EN) Ali Kamel Issmael Júnior

Colaboradores:

Superintendente de Pesquisas e Desenvolvimento

Vicente Roberto Moreira Linhares

Assessor de Gestão Estratégica

Marcos Lopez Rego

Endereço:

Rua Ipiru, nº2 - Cacuia - Ilha do Governador-
Rio de Janeiro – CEP 21931-095

Versão Eletrônica:

<https://www.marinha.mil.br/ipqm/>

Os artigos publicados são de inteira
responsabilidade de seus autores e não
refletem, necessariamente, a opinião do IPqM.

Visite nosso site <https://www.marinha.mil.br/ipqm/>

Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha

Diretor:

VA Gilberto Santos Kerr

Chefe da Editora Letras Marítimas:

CMG Jefferson Oliveira de Almeida

Coordenação da Produção Editorial:

CF (T) Ericson Castro de Santana

Projeto Gráfico e Capa:

1T RNR Carine Ocko Pieroni

Diagramação:

CF (T) Ana Cristina Requeijo

1T(RM2-T) Mariana Viégas Soares

3°SG-AD Cinthia de Paula Dos Santos

Colaboração:

Thales





Sumário:

Editorial - 09

Galeria de Diretores do IPqM 10

Entrevista do AE Rabello 12

Entrevistas 18

História 30

Mídias 80

Grupos de Pesquisas 100

Artigos Livres 150

Epílogo 190



CMG (EN)

CARLA DE SOUSA MARTINS

Diretora do IPqM



Sejam bem-vindos à Revista Comemorativa dos 65 anos da criação do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), primeira organização militar da Marinha do Brasil que teve sua missão exclusivamente dedicada à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), outrora denominada Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Ao longo dessas seis décadas e meia de existência, o IPqM evoluiu seus campos de atuação, tendo hoje como missão “realizar atividades de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços tecnológicos associados a sistemas, equipamentos, componentes, materiais e técnicas, nas áreas de: Sistemas de Armas, Sensores, Guerra Eletrônica, Guerra Acústica, Sistemas Digitais e Tecnologia de Materiais, a fim de contribuir para a independência tecnológica do Brasil, impulsionar a tríplice hélice e fortalecer o Poder Naval”. Como bem diz nosso lema, a Marinha do Futuro começa aqui!

Neste momento tão especial de nossa história, se faz mister lembrar as motivações de nossos fundadores na década de 50 do século passado, que levaram à nossa concepção e criação, sendo também uma oportunidade para se pensar o futuro da Ciência e Tecnologia não só na Marinha, como no Brasil.

Dessa forma, a Revista foi concebida de forma a apresentar artigos que registram e ilustram essa história para as novas gerações, com abordagens que ampliam o horizonte para além dos aspectos técnicos de todo este período de 65

anos, por meio de entrevistas com nossos servidores civis e militares mais antigos (alguns já veteranos); passando por momentos importantes anteriores à nossa criação no Complexo Naval da Ribeira (CNR) que, por essa razão, pode ser considerado o berço da CT&I da Marinha, quais sejam a influência norte-americana no planejamento do estabelecimento do Instituto por intermédio do Naval Research Laboratory (NRL) e a visita do Dr. Robert Oppenheimer em 1961; biografia do nosso Diretor que por mais tempo ficou em exercício, o insigne Almirante Paulo Moreira; uma homenagem à Pesquisadora Dra. Lélia Bonel Ribas, uma das pioneiras do Projeto Cabo Frio; as histórias dos nossos Grupos de Pesquisa; além de artigos selecionados dos membros de nossa Tripulação.

Assim, buscamos oferecer um conteúdo balanceado entre entrevistas, artigos históricos e técnicos, que além de reverenciarem a história do IPqM também privilegiem novas ideias e fomentem a reflexão, desde o nível tático até o estratégico, a respeito do nosso Instituto e da área de CT&I da Marinha e do Brasil.

Enfim, cumprimentamos e agradecemos aos diversos colaboradores e patrocinadores pela valorosa e ampla contribuição que nos permitiu concretizar esta edição comemorativa.

Pelos navios ao mar, nós iremos inovar! Marinha! Brasil!

Boa leitura! 🌞

Galeria de Diretores do Instituto de Pesquisas da Marinha



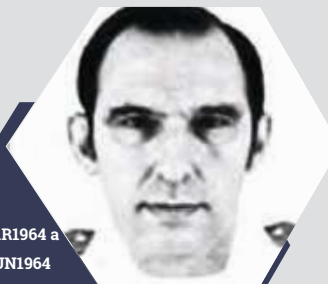
17FEV1960 a
17JUN1963

*CMG (EN) José
Carlos Belião
Frederico*



17JUN1963 a
03MAR1964

*Calte (EN) Amaury
Azevedo C.
Osório*



03MAR1964 a
24JUN1964

*CMG (EN) José
Parga Nina*



24JUN1964 a
16JUN1966

*Calte (EN)
George Cals
de Oliveira*



16JUN1966 a
26OUT1966

*CMG (EN) Paulo de
Castro Moreira
da Silva*



26OUT1966
a 13MAI1969

*Calte (EN) Carlos
ERNESTO
MESIANO*



13MAI1969 a
01MAI1983

*Valte Paulo de
Castro Moreira
da Silva*



01MAI1983 a
17AGO1983

*CMG (EN)
Demétrio
Bastos Neto*



17AGO1983 a
19ABR1985

*Calte Victor
Alberico
Boisson
Moraes*



19ABR1985 a
10ABR1987

*Calte Antonio
Frederico
Motta
Arentz*




10ABR1987 a
15MAI1995

*Valte Mário Jorge
Ferreira Braga*



15MAI1995 a
14AGO1998

*Valte(EN) Renato
Vilhena de
Araújo*



14AGO1998 a
28DEZ1999

*CAte(EN)
Roberto da
Sila Legey*



28DEZ1999 a
13ABR2006

*VAte(EN) Olavo
de Amorim
Andrade*



13ABR2006 a
10ABR2007

*CAte(EN) Maurillo
Euclides Ferreira
da Silva*



10ABR2007 a
19ABR2007

*CMG(EN)
Evandro Luiz
da Costa*



19ABR2007 a
21AGO2009

*CAte(EN) Eduardo
Maculan
Vicentini*



21AGO2009 a
19ABR2012

*CAte(EN) Maurillo
Euclides Ferreira
da Silva*



19ABR2012 a
05MAI2015

*CAte(EN)
Humberto
Moraes
Ruivo*



05MAI2015 a
10FEV2017

*CAte(EN) Luiz
Carlos Delgado*



10FEV2017 a
01FEV2018

*CAte(EN) Ricardo
Soares Ferreira*



01FEV2018 a
23FEV2021

*CMG(EN)
José Vicente
Calvano*



23FEV2021 a
31JAN2023

*CMG(EN) Wallace
Affonso Alves*



31JAN2023
(ATUAL
DIRETORA)

*CMG(EN) Carla de
Sousa Martins*



► **Entrevista com o
Diretor-Geral da
DGDNTM**



Almirante de
Esquadra

Alexandre Rabello de Faria

O Almirante de Esquadra Rabello, natural de São Caetano do Sul, São Paulo, ingressou na Marinha do Brasil em 1981, formou-se aspirante em 1987 e especializou-se engenheiro em 1991. Ao longo de sua carreira, ocupou diversos cargos a bordo e em organizações terrestres, tendo comandado três navios, incluindo o Porta-Aviões São Paulo. Foi promovido a Contra-Almirante em 2016 e ao posto atual em 31 de julho de 2023. Como Almirante, atuou como Coordenador do Programa de Reaparelhamento da Marinha, Comandante da Força de Superfície, Chefe do Estado-Maior do Comando de Operações Navais, Diretor de Gestão de Programas da Marinha, Presidente do Conselho de Delegados da Junta Interamericana de Defesa e Assessor do Diretor-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. Atualmente ocupa o cargo de Diretor-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha.

Em um ano que marca o 65º aniversário do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), celebramos um legado de inovação e progresso que tem sido crucial para a independência tecnológica do Brasil e o fortalecimento do Poder Naval. Em uma entrevista exclusiva, o Almirante de Esquadra Rabello conta como conheceu o Instituto e compartilha suas perspectivas sobre o papel do IPqM e o futuro do desenvolvimento tecnológico na Marinha.

Senhor Almirante, logo de início queremos agradecer a sua disponibilidade para esta entrevista, como parte da celebração dos 65 anos de criação do IPqM. O senhor ingressou na Marinha há mais de 40 anos. Quando foi que o senhor tomou conhecimento do IPqM? Ao longo de sua carreira, desde 1981, de que maneira o senhor teve a oportunidade de interagir com o IPqM?

Almirante Rabello: Inicialmente, gostaria de cumprimentar o IPqM pelo seu 65º aniversário de criação, marco importante de uma história de trabalho norteada pela busca de autonomia tecnológica e estratégica, em prol de uma Marinha sempre melhor, moderna e de dimensão compatível com a estatura político-estratégica do País. Tomei conhecimento do IPqM quando do meu embarque na Corveta *Inhaúma*, após o curso de aperfeiçoamento em máquinas. O navio dispunha de sistemas produzidos pelo IPqM, como o Sistema de Lançamento de Despidadores de Mísseis (SLDM), os foguetes “chaff”. Também acompanhei o desenvolvimento de sistemas de controle e monitoração de máquinas e do sistema de controle de avarias, que foram instalados nas Corvetas *Barroso* e *Júlio de Noronha*; da modernização de módulos do sonar EDO das Fragatas Classe Niterói (FCN); do desenvolvimento do framework Hidra, como base de desenvolvimento de ferramentas de comando e controle, como o Sistema de Consciência Situacional Unificado por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA), o Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE) e o Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC-2GEO). E também dos sistemas de guerra eletrônica, instalados inicialmente nas FCN e que equiparão as Fragatas Classe *Tamandaré*.

Sendo do setor operativo da Marinha, em algumas situações o senhor deve ter se deparado com limitações tecnológicas nos nossos navios e sistemas. Em algum momento pensou na

possibilidade de o IPqM desenvolver soluções para essas necessidades?

Almirante Rabello: Creio que a experiência mais marcante tenha sido a modernização dos sonares das FCN, com a nacionalização e atualização tecnológica de módulos obsoletos do sistema. Acompanhei o teste da solução na Fragata *Constituição* e participei da decisão de estender a solução aos demais navios da classe, como Comandante de Força. O tratamento de obsolescência, demonstrado nesse caso do projeto SONAT, se apresenta como uma importante área de atuação do IPqM, para contribuir para a manutenção da capacidade de combate do Poder Naval existente.

Na sua percepção, o IPqM teria alguma realização significativa nos últimos 65 anos a ser mencionada? Há algum projeto ou desenvolvimento específico que o senhor acredita ter tido um impacto transformador nas operações da Marinha?

Almirante Rabello: Não tenho dúvidas de que a contribuição do IPqM para a MB e, principalmente para o setor operativo, foi bastante significativa ao longo de sua existência. Posso citar os simuladores táticos que equipam o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) e o Navio-Escola *Brasil* (NEBrasil), pelo benefício que trazem ao treinamento de equipes dos navios, nos diversos ambientes da guerra naval, bem como pela importante contribuição à formação dos nossos oficiais a bordo do Navio-Escola. Eu participei da II Viagem de Instrução de Guardas-Marinha, no NEBrasil, em 1988, e treinei na primeira versão do Sistema de Simulação de Treinamento Tático (SSTT), desenvolvido pelo IPqM. E quando comandeie a Força de Superfície, acompanhei a implantação da terceira atualização do sistema a bordo do navio. Fiquei impressionado com a evolução do sistema, a incorporação de recursos de hardware e software e, principalmente, com o desempenho progressivo do sistema.

O senhor vê a importância atual do IPqM na Marinha em crescimento, estabilidade ou declínio? Qual é o papel do Instituto nas operações e na estratégia da Marinha?

Almirante Rabello: É difícil falar em declínio da importância do IPqM quando vemos o portfólio de projetos divulgados pelo Instituto em sua página na Internet. Mas reconheço que cumprir a missão não é tarefa fácil, principalmente pela imprevisibilidade orçamentária; pela natural dificuldade de financiamento dos projetos; e manutenção das equipes de pesquisadores. Penso que essa questão naturalmente obriga o Instituto a buscar soluções técnicas e administrativas fora da Marinha, interagindo com organismos de fomento científico, com universidades e com indústrias, de modo a dar seguimento aos projetos aprovados. Essa interação, a meu ver, é fundamental por abrir oportunidades para desenvolver melhores soluções; para complementar a força de trabalho altamente especializada, pelas parcerias estabelecidas; e dar sentido finalístico aos projetos, evoluindo-os ao nível de produtos, dando efetivo valor aos investimentos realizados. A recente atualização e divulgação de documentos estratégicos pelo Estado-Maior da Armada deve ser vista como uma oportunidade de prospecção de tecnologias para os futuros meios navais, aeronavais, de fuzileiros navais e sistemas complexos, que poderão ser desenvolvidas de forma orientada e coordenada no âmbito do Sistema de Ciência e Tecnologia da Marinha, sob a coordenação da DGDNTM.

O Instituto de Pesquisas da Marinha já teve dias de maior influência em termos de projetos, quantidade de colaboradores (servidores públicos civis e militares) e recursos financeiros. Qual é a sua percepção sobre os desafios que o IPqM tem enfrentado recentemente?

Almirante Rabello: Inicialmente, cabe mencionar que essa questão de redução de pessoal e insuficiência de recursos orçamentários não é

restrita ao nosso setor, mas a MB e às demais Forças Armadas como um todo, o que nos desafia a exercitar a criatividade na busca de soluções. A flutuação da mão de obra das organizações industriais e de pesquisa da Marinha, em particular o esvaziamento dos servidores civis, é uma preocupação da Marinha há bastante tempo. Entendo que as soluções orbitam no campo das parcerias, dentre as quais eu destaco as fundações de apoio, as indústrias e as universidades. Esse sistema é o que chamamos de tríplice hélice, originalmente desenhado pela dupla Etzkowitz e Leydesdorff, na década de 1990. Um caso típico de sucesso de empreendimento nessa filosofia é o do MAGE Mk3, que equipará as Fragatas Classe Tamandaré. É um caso de sucesso de industrialização de um desenvolvimento científico conduzido pelo Instituto. Pela importância e, em alguma medida, ineditismo do negócio para o Instituto, penso que ele deve ter representado uma mudança de cultura interna da organização, que precisa ser completamente compreendida, absorvida e aprimorada, para replicação em projetos futuros. Entendo que esse seja um mecanismo fundamental para um melhor desempenho do IPqM no desenvolvimento de futuros projetos, para atendimento às demandas da Marinha.

Quais medidas que o senhor acredita serem necessárias para revitalizar e fortalecer o Instituto, assegurando que ele continue a desempenhar um papel crucial no desenvolvimento tecnológico da Marinha?

Almirante Rabello: Uma medida fundamental, eu entendo que seja o próprio fortalecimento do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, com a revisão dos documentos estratégicos orientadores, decorrentes dos documentos de maior nível, recentemente divulgados pelo Estado-Maior da Armada. Precisamos alinhar objetivos para orientar metas, buscando mecanismos para acelerar a implantação das soluções. É um trabalho que cabe fundamen-

talmente à DGDNTM, na qualidade de coordenadora do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) da Marinha. O fortalecimento do sistema induz, naturalmente, ao fortalecimento das Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT), dentre elas o IPqM. Há que se ter em mente que a atuação do IPqM deve buscar soluções não encontradas no mercado interno, evitando a competição desnecessária e contraprodutiva com a indústria nacional. As áreas de *expertise* tecnológica do Instituto me parecem bem definidas para o futuro de médio prazo, mas há que se buscar mecanismos de renovação da força de trabalho especializada. Existem algumas boas possibilidades, como a incorporação de militares temporários com nível de mestrado e, principalmente, doutorado.

Quando o IPqM foi criado, a Marinha divulgou que seria a primeira organização militar composta majoritariamente por pessoal civil. Ao longo de décadas militares e servidores civis trabalharam juntos em inúmeros projetos de sucesso. A criação da Carreira de Ciência & Tecnologia, em 1993, possibilitou a formação de um corpo técnico robusto de Pesquisadores, Tecnologistas e Analistas de Ciência & Tecnologia, além de servidores de nível médio e auxiliar. O IPqM chegou a ter quase 400 servidores da Carreira de C&T, muitos com Doutorado e Mestrado. Hoje são pouco mais de 50 servidores, a maioria em condições de aposentadoria. Como o senhor vê essa mudança no perfil histórico da força de trabalho do IPqM?

Almirante Rabello: No que se refere à questão de pessoal civil, a situação não é exclusiva do IPqM, e outros setores da Marinha que empregavam força de trabalho majoritariamente civil no passado recente vivem o mesmo problema, alguns até com maior intensidade. Sucessivamente, ao longo dos anos, a Marinha vem tentando reverter esse quadro, mas ainda não logrou êxito em suas iniciativas. É um quadro desafiador e penso que, para o sistema

de CT&I da Marinha, a solução passa, em boa medida, pela formulação de modelos de gestão de natureza integradora, como é o caso da tríplice hélice, na qual vejo enorme potencial de contribuição das empresas da estrutura da Marinha, como a Empresa Gerencial de Projetos Navais (Emgepron) e a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul). Minha percepção é que a reversão da situação para aquela vivenciada no passado é uma possibilidade cada vez mais remota. O que nos obriga inevitável e inexoravelmente a buscarmos novos modelos de trabalho e organização. Uma possibilidade talvez seja a indução na iniciativa privada, com ênfase à base industrial de defesa, do desenvolvimento das soluções tecnológicas que identificarmos para o futuro, como encomendas tecnológicas a serem desenvolvidas de forma supervisionada ou compartilhada.

Há planos para expandir as capacidades de pesquisa e desenvolvimento no Instituto?

Almirante Rabello: Se analisarmos essa questão sob a ótica da implantação do Parque Tecnológico da Ribeira, parece-me que seria natural assumirmos uma expansão das atividades do Instituto, com a reorientação dos projetos para execuções supervisionadas e compartilhadas. Não vejo sentido em particularizar-se uma solução isolada para o IPqM, sem o equacionamento de soluções para o fortalecimento do Poder Naval.

A busca efetiva de parcerias com outras organizações seria uma forma de expansão? Como a Marinha e o IPqM poderiam expandir parcerias com instituições de pesquisa, Universidades e empresas do setor privado? Temos possibilidades de novos modelos de negócios?

Almirante Rabello: Além das parcerias com universidades e empresas, vejo que seria de grande importância uma maior sinergia e integração científica e tecnológica entre as próprias Forças Armadas. Modelos baseados em parce-

rias me parecem potencialmente promissoras, por permitir contornar dificuldades estruturais existentes, de maneira efetiva. Por envolver mudanças de cultura e atitudes, modelagens de projeto dessa natureza envolvem espírito empreendedor receptivo à inovação. Estou certo de que esse espírito prevalece no IPqM.

Nosso lema aqui no IPqM é “A Marinha do futuro começa aqui”. Como o senhor vê o futuro do desenvolvimento tecnológico na Marinha e as possibilidades de maior inserção do IPqM?

Almirante Rabello: A visão de futuro da Marinha enfatiza a importância da independência tecnológica. Não há caminho possível e viável para a concretização dessa visão que não passe pelo fortalecimento da pesquisa, da tecnologia e da inovação. A tecnologia nuclear, desenvolvida pela Marinha, está fortemente orientada a essa visão pelo desenvolvimento autóctone, na medida em que não é viável a transferência de tecnologia por um outro país, por exemplo. Para outras tecnologias, é razoável admitirmos opções de pesquisa e desenvolvimento. Cabe a nós – e principalmente às próprias ICT – buscarmos os caminhos possíveis, com a abnegação e o entusiasmo que caracterizam o bom pesquisador, como é o caso dos tripulantes do IPqM.

Para encerrar, que mensagem o senhor gostaria de deixar para a tripulação do IPqM – mi-

litares e servidores civis – e para o público em geral nesta comemoração dos 65 anos?

Almirante Rabello: Registro, uma vez mais, meu reconhecimento ao IPqM, e a cada um de seus tripulantes, pelo bom serviço executado e pela excelência dos resultados alcançados, ao longo desses primeiros 65 anos de existência. É um reconhecimento que perpassa por gerações que se sucederam no decorrer dessa história e que souberam encontrar caminhos de solução para os diversos projetos de pesquisa realizados. O passado é sempre uma referência de inspiração, porque ele nos demonstra que sempre é possível. E é esse o espírito que deve prevalecer em cada um de nós, do Setor da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha. Porque dentre todos os marinheiros da invicta Marinha de Tamandaré, precisamos ser os mais abnegados, entusiasmados e dedicados. Para que os nossos companheiros, nos outros setores da Marinha, não tenham dúvida de que “a Marinha do Futuro [efetivamente] começa aqui”!

Parabéns, IPqM! Soberania pela Ciência!

Viva a Marinha!

Viva o Brasil! 🌞







Servidor Civil
de Nível Superior

Vicente Roberto Moreira Linhares

O Sr. Vicente Roberto Moreira Linhares é Servidor Civil de Nível Superior (SCNS) na categoria de Tecnologista Senior III do Plano de Carreiras para a área de Ciência e Tecnologia da Administração Federal Direta, das Autarquias e das Fundações Federais, tendo embarcado no IPqM em 24MAR1980. Atualmente, é o servidor mais antigo de sua categoria no Instituto e exerce a importante função de Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento do IPqM, sendo considerado, por isto, o Pesquisador-Chefe da Organização. A entrevista foi realizada no dia 10 de março de 2024, por e-mail, com as seguintes perguntas:

Qual sua formação profissional, quando o senhor embarcou no IPqM e o que te motivou a servir no Instituto?

SCNS Vicente: Eu sou Engenheiro Eletrônico e embarquei no IPqM em 24MAR1980. O que me motivou a vir trabalhar no IPqM foi a possibilidade de trabalhar na área de P&D com a qual sempre me identifiquei.

O senhor pode discorrer, de forma resumida, sobre a sua trajetória no IPqM? Por exemplo, descrever projetos e/ou trabalhos dos quais participou e que merecem destaque.

SCNS Vicente: Em termos funcionais, trabalhei como Engenheiro de Projetos; depois assumi a função de Encarregado da Divisão de Sistemas de Armas do Grupo de Armas e atuei, por

muitos anos, como Coordenador e Gerente de Projetos. Em 2006, fiz o Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM) e alguns anos depois assumi a função de Encarregado do Grupo de Sistemas de Armas. Em 2014, fui designado para assumir a função de Chefe do Departamento de Pesquisas. Em 2016, fui designado para trabalhar na Comissão Naval Brasileira na Europa (CNBE) no período de 2017 e 2018. Em 2019, atuei, já de volta ao IPqM, como Assessor de Gestão Integrada e Planejamento Estratégico e, em 2020, assumi a função de Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento.

Em termos de projetos, atuei inicialmente no Projeto do Foguete Antissubmarino (BOROC nacional); posteriormente, trabalhei nos Projetos do Canhão de Tiro Rápido (TR), Foguete de ChaFF, Espoleta de proximidade para o BOROC, Minas Navais; e coordenei e gerei o Projeto do Sistema de Lançamento de Despistadores de Mísseis (SLDM); dentre outros projetos.

Qual a visão do senhor sobre a importância do IPqM para o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha e do Brasil?

SCNS Vicente: Cada vez mais se observa que a capacidade tecnológica de uma Força Armada (FA) é determinante em um conflito armado. Por outro lado, a história nos mostra que a dependência tecnológica é um ponto fraco preponderante para uma FA. Isso posto, quanto maior a independência tecnológica de um país maior será sua capacidade de dissuasão e de defesa. Considerando que um meio naval moderno é altamente tecnológico, se insere o IPqM que, além de atuar na área de PD&I há 65 anos, é, conforme a DGDNTM-2100, a ICT da MB líder nas áreas de Plataformas Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais e do Desempenho do Combatente. Nesse contexto, o IPqM tem um papel preponderante no fortalecimento e aprimoramento da capacidade operativa da MB.



Figura 1

O SC Vicente nos dias de hoje, em sua mesa de trabalho (foto tirada pelo Oficial de Comunicação Social da OM)

Quais as lições profissionais e de vida mais importantes que o senhor obteve no IPqM e que gostaria de compartilhar com os mais jovens?

SCNS Vicente: As dificuldades são muitas e de todas as sortes, para superá-las é necessário ser perseverante e determinado e, muitas vezes, exige algum sacrifício pessoal.

O Senhor poderia tecer algumas palavras finais para os leitores?

SCNS Vicente: Particularmente para os mais jovens, quanto maior forem as dificuldades, maior será o sabor da conquista. Sempre peçam ajuda a Deus e não desistam, a MB e o Brasil necessitam da dedicação e do empenho de todos! 🌞



Figura 2

O SCNS Vicente trabalhando no IPqM nos anos 80 (foto do acervo do SC Vicente)

Figura 3

O SCNS Vicente trabalhando a bordo das Fragatas Classe Niterói com o Sistema de Lançamento de Despistadores de Mísseis (SLDM) (foto do acervo do SC Vicente)



► Entrevistas



Servidor Civil
de Nível Médio

Luciano Luz de Assumpção

O Sr. Luciano Luz de Assumpção é hoje o Servidor Civil de Nível Médio (SCNM) na categoria Técnico 3-III, tendo sido contratado para trabalhar no IPqM em 1983, após ter estagiado anteriormente na área de manutenção geral elétrica. Hoje é o Servidor mais antigo de sua categoria no IPqM. Nasceu em 31 de maio de 1964, na cidade do Rio de Janeiro, na Policlínica Naval Nossa Senhora da Glória, na Tijuca, tendo como pai Érico Melchíades de Assumpção e como mãe Maria Maura Luz de Assumpção. O SC Luciano tem uma relação afetiva com a Marinha desde o seu nascimento, uma vez que seu pai era Praça da Marinha do Brasil e trabalhou no IPqM na década de 70 do século passado. A entrevista foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2024, às 14h, no Prédio da Direção do IPqM, com as seguintes perguntas:

Qual sua formação profissional, quando o senhor embarcou no IPqM e o que te motivou a servir no Instituto?

SCNM Luciano Formei-me em Eletromecânica em 1981, no Instituto de Educação Santo Antônio, localizado em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro/

RJ. Por motivação e inspiração de meu pai, aceitei uma vaga de estagiário no Instituto na área de manutenção geral elétrica em 1982. A data exata foi 13 de abril de 1982. Ao seu final, após cerca de um ano, fui contratado em definitivo, em 1o de maio de 1983, o que perfaz um tempo

até a presente data de quase 41 anos de serviços prestados ao IPqM.

O senhor pode discorrer, de forma resumida, sobre a sua trajetória no IPqM? Por exemplo, descrever projetos e/ou trabalhos dos quais participou e que merecem destaque.

SCNM Luciano: Fui estagiário e técnico em montagem de instalações dos laboratórios de todos os Grupos de Pesquisa na década de 80. Além disso, destaco os trabalhos do reparo da Plataforma Estabilizada da Direção de Tiro de Fragata da Classe *Niterói*, ao qual recebi elogio por mensagem.

Além desse, o teste da catapulta do convoo do NAE *São Paulo*, ao qual participei com o pessoal do Grupo de Sistemas Digitais e o Teste do Sistema de Contramedidas Eletrônica (CME) das Fragatas Classe *Niterói*; e o Teste da Homologação da Mina de Fundeio de Influência no início dos anos 2000, em que tirei a foto abaixo com o pessoal do helicóptero que me apoiou na faina de filmagem do teste.

Qual a visão do senhor da importância do IPqM para o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha e do Brasil?

SCNM Luciano: No meu ponto de vista, tivemos no Instituto o desenvolvimento de uma série de projetos inovadores e importantes para o país como a Tinta Absorvedora [de micro-ondas], o CME, os sonares ativo e passivo nacionais e, em um passado mais distante, existiu pesquisa de geração de energia eólica e biodigestor, além da fabricação de farinha de peixe na tentativa de minimizar os males da fome que assolam o nosso país até hoje. Ou seja, esses projetos mostram que a concepção original do IPqM não englobava apenas o atendimento à nossa querida Força Naval, mas também o bem-estar de todo o nosso país. Mais importante do que isso, eu desconheço!

Quais as lições profissionais e de vida mais importantes que o senhor obteve no IPqM e que gostaria de compartilhar com os mais jovens?

SCNM Luciano: Aprender a respeitar a opinião dos colegas de trabalho, foi a principal lição. E outra importante lição para a minha vida



Figuras 1a, 1b e 1c

(a) O então CB Érico, pai do SC Luciano; (b) ele ao lado da escultura da Pequena Sereia antes de sua instalação no chafariz da entrada do Prédio Principal do IPqM; (c) Dona Maria Maura e Seu Érico, pais do SC Luciano (fotos do acervo do SC Luciano)

foi que a teoria vem pelos livros, mas a prática vem dos bons profissionais que tiveram a generosidade de me ensinar. Não esquecerei jamais deles: Sr. Arthur Meire, Sr. David, SG-MO Meireiros, SG-EL Esdras, CF (AA) Matias Moreira e Engenheiro Carlos Vasquez. Se não fossem as orientações desses mais do que companheiros de trabalho, amigos para todas as horas, eu não teria conseguido chegar aonde cheguei na minha carreira.

O senhor poderia tecer algumas palavras finais para os leitores?

SCNM Luciano: Gostaria de deixar a seguinte mensagem: aproveitem as oportunidades enquanto ainda são jovens. Estudem e se especializem. A área de CT&I é bem vasta e com muitas opções a oferecer para trabalho e pesquisa. E o nosso Brasil precisa muito de pessoas que amem e se dediquem a essa vocação! 🌞



Figura 2

O SC Luciano sendo condecorado pelo CF (AA) Matias Moreira com a medalha prêmio de 20 anos de bons serviços prestados à Marinha do Brasil em 2004 (foto do acervo do SC Luciano)



Figura 3

Equipe de filmagem do teste da Mina MFI no início dos anos 2000 (foto do acervo do SC Luciano).



Figura 4

O SCNM Luciano nos dias de hoje (foto tirada pelo Oficial de Comunicação Social da OM)



Servidor Civil
de Nível Superior

Marcos Lopez Rego

O Sr. Marcos Lopez Rego é Servidor Civil de Nível Superior (SCNS) do IPqM na categoria de Analista em C&T Senior III do Plano de Carreiras para a área de Ciência e Tecnologia da Administração Federal Direta, das Autarquias e das Fundações Federais, tendo embarcado no IPqM no segundo semestre de 1985. Atualmente, exerce a importante função de Assessor de Gestão Estratégica do Instituto. A entrevista foi realizada no dia 11 de março de 2024 por e-mail, com as seguintes perguntas:

Qual sua formação profissional, quando o senhor embarcou no IPqM e o que te motivou a servir no Instituto?

SCNS Marcos Rego: Sou Engenheiro Eletrônico, embarquei no IPqM no segundo semestre de 1985, como estagiário. À época eu estava cursando o último ano do curso de Engenharia e o IPqM estava formando uma equipe nova, na área de desenvolvimento de equipamentos de contramedidas eletrônicas. No ano seguinte seria iniciado o projeto do primeiro equipamento nacional de

contramedidas eletrônicas, o CME-1, destinado às corvetas Classe *Inhaúma*. Era uma equipe jovem, bastante motivada, e com perfis diferenciados, para atender às diferentes necessidades de pessoal para o projeto. Logo passei a integrar a equipe de radiofrequência/micro-ondas do projeto, com os Pesquisadores Aristóteles de Souza Carvalho, Claumir Sarzeda da Silva, Fernando Pantoja e o Comandante Eutíquio Calazans. Em 1986, já formado, me tornei pesquisador visitante até ingressar no serviço público, com o cargo inicial de Assistente de Pesquisas.

O senhor pode discorrer, de forma resumida, sobre a sua trajetória no IPqM? Por exemplo, descrever projetos e/ou trabalhos dos quais participou e que merecem destaque.

SCNS Marcos Rego: Foram muitos projetos, como já mencionei. Integrei a equipe de desenvolvimento do CME-1, que foi um produto concebido integralmente no IPqM, com componentes de mercado, mas desenvolvimento de hardware e software proprietários. Tínhamos equipe de hardware digital, de software, de micro-ondas, de plataforma estabilizada, além das unidades auxiliares. Vivenciei a implantação da infraestrutura laboratorial, com aquisição de equipamentos fundamentais, como analisadores vetoriais de redes, analisadores de espectro, osciloscópios de alta frequência, estações de desenvolvimento, e a câmera anecoica, instalada em 1990 e até hoje em operação. Ainda no projeto CME-1, após os testes de bancada, foi selecionada uma empresa para produção das unidades que seriam instaladas nas corvetas. Foi uma época de muito crescimento profissional, pois passamos a trabalhar numa planta industrial, em São Bernardo do Campo, na transformação do protótipo do CME-1 em produto. Foram produzidas 5 unidades, instaladas em navios e testadas. Seguiu-se então um novo desafio, nos

testes de mar, quando tive a oportunidade de realizar diversas viagens a bordo do CT *Mariz e Barros*, Corveta *Jaceguai*, Fragata *Independência*, entre outras. Conheci uma outra Marinha, e vivenciei as necessidades do setor operativo no dia a dia. Outros projetos se seguiram, como o desenvolvimento de materiais absorvedores de micro-ondas, feito sob a responsabilidade do Grupo de Materiais e Química, a suíte de Guerra Eletrônica MAGE ET/SLR1, CME ET/SLQ2, conhecidos como MAGE Defensor e CME-2, iniciados em 1994. Foi uma significativa evolução, tanto em termos tecnológicos quanto em abordagem de desenvolvimento. O CME-2 representava o estado da arte na época, pois era um sistema multiameaça, com capacidade de tratar simultaneamente até 8 emissões de sinal (radares ou mísseis) que representassem ameaça ao navio, com apontamento eletrônico *phased-array*, e uso de memória digital de alta frequência. A abordagem de desenvolvimento do IPqM para esse tipo de projeto passou a seguir a tendência mundial, na qual, em vez do desenvolvimento próprio de hardware digital proprietário, passamos a utilizar cartões de processamento baseados em componentes de mercado, do tipo COTS (*commercial off the shelf*), o que simplificou o desenvolvimento, sem perda de qualidade e com redução de tempo e custo. Além disso,



Figura 1

Organização do 1º.
ETMAQ, 1994 (Acervo
do SCNS Marcos Rego)

buscamos parceria para partes do projeto que não demandavam conhecimento estratégico de guerra eletrônica, que incluiu aquisições de subsistemas estrangeiros de apontamento e amplificação de sinais, com transferência de tecnologia. Assim, pude conhecer o dia a dia de uma grande empresa do setor de defesa no exterior, convivendo ao longo de meses com engenheiros e pesquisadores de sistemas de defesa naval.

Ainda na década de 1990, passei algum tempo no Grupo de Materiais e Química, quando pude participar de outros projetos, incluindo o desenvolvimento de materiais absorvedores de micro-ondas para recobrimento de plataformas navais. Naquela ocasião participei de Grupos de Trabalho para integração dos laboratórios de pesquisa das Forças Armadas, quando da criação do Ministério da Defesa. Mais uma oportunidade de crescimento profissional, com visitas a outras instituições de pesquisa e desenvolvimento, além de Escolas e Universidades. A partir de 2001, fui designado Encarregado da Divisão de Processamento de Sinais de Guerra Eletrônica, cargo que exerci por cerca de 16 anos. Passei a vivenciar os desafios de exercer a liderança, com equipes que incluíam servido-

res civis, militares, funcionários terceirizados de empresas prestadoras de serviço e profissionais autônomos. Em paralelo, passei a me especializar em Gerenciamento de Projetos, tendo colaborado com a concepção, planejamento e execução de inúmeros projetos. A natural evolução da família MAGE Defensor trouxe para o IPqM novos desafios, em cenários nem sempre favoráveis, nos quais o empenho e a capacidade de superá-los possibilitaram a conclusão das entregas por parte dos times de projeto, tais como; o MAGE Veicular, a Jiga de testes do MAGE e estudos para outras aplicações. No início de 2020, fui convidado pelo Contra-Almirante Álvaro para a Superintendência Técnica do CTMRJ, com a Coordenação dos novos projetos e a proposta de estruturação dos Escritórios de Projetos do CTMRJ, IPqM, CASNAV e IEAPM, que não se concretizou totalmente pelos efeitos da pandemia da COVID-19. No final de 2021, regressei para o IPqM, como Assessor de Planejamento Estratégico, onde sou responsável pela revisão e acompanhamento do Planejamento Estratégico Organizacional, bem como dos Planos de Revitalização e de Transformação Organizacional.



Figura 2

Instalação CME-2 na Fragata Independência, 2004 (Acervo do SCNS Marcos Rego).



Figura 3

Projeto JIGA do MAGE, laboratório IPqM, 2013 (Acervo do SCNS Marcos Rego)

Qual a visão do senhor da importância do IPqM para o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha e do Brasil?

SCNS Marcos Rego: Acredito muito no nosso lema, “A Marinha do futuro começa aqui”! O setor de defesa é totalmente dependente dos avanços tecnológicos, os quais historicamente têm sempre gerado contribuições para o meio civil. Projetos de pesquisa na área de defesa contribuem sempre para o progresso da sociedade, e sou grato por ter conhecido tantas pessoas extremamente competentes e capazes de entender a complexidade dos sistemas necessários à Marinha, e contribuir com soluções criativas e eficazes. A importância dos nossos projetos se expressa inicialmente no desenvolvimento das competências necessárias às linhas de atuação do Instituto. Além da independência tecnológica, nossos produtos de defesa são mais baratos, quando comparados aos similares importados. Ainda que, em algumas situações, o custo de aquisição de sistemas importados pareça menor, quando se considera todo o ciclo de vida do produto, os custos de manutenção, atualização e eventuais reparos tornam o investimento em soluções importadas desvantajoso em termos financeiros.

A despeito de mudanças significativas nos cenários externo e institucional, o IPqM sobrevive. Já vivemos tempos melhores, em termos de infraestrutura laboratorial e predial, bem como na questão de recursos humanos. Vivenciei o IPqM com quase 400 servidores civis e constantes atualizações nos equipamentos e laboratórios. A implantação da sistemática OMPS (Organização Militar Prestadora de Serviços), ainda que tivesse proporcionado um mecanismo de gestão e orçamentação mais eficiente, resultou na redução da capacidade de renovação laboratorial. As políticas de redução de pessoal do Governo Federal resultaram em drástica redução de pessoal, pois hoje o IPqM conta com cerca de 60 servidores civis, a maioria apta a requerer aposentadoria. Lamento que muito de nossa capacidade técnica esteja se perdendo, que a nossa infraestrutura laboratorial e predial esteja longe do ideal, mas reconheço os esforços da atual Direção do IPqM em reverter tal situação.

Quais as lições profissionais e de vida mais importantes que o senhor obteve no IPqM e que gostaria de compartilhar com os mais jovens?

SCNS Marcos Rego: O trabalho em projetos é basicamente um trabalho em equipe, de um time



Figura 4

LAAD 2015, com os Comandantes Arthur, Amaral e Antônio Dias (in memoriam) (Acervo do SCNS Marcos Rego)

que acredita que atingirá os objetivos propostos. Pesquisas e projetos de desenvolvimento tratam do futuro, portanto devemos ter a clareza de que os nossos resultados terão um horizonte de médio e longo prazo. Além disso, é fundamental sabermos que o nosso trabalho contribui para a Defesa Nacional e, por conseguinte, da Defesa de nossos meios e das suas respectivas tripulações. O nosso trabalho contribui para uma Marinha mais preparada para vencer seus desafios, notadamente por meio da Ciência, Tecnologia e Inovação. Ainda em termos de aprendizado, de maneira geral, o ambiente de trabalho é de muita seriedade e competência, em termos profissionais. Eu me recorde de reuniões, apresentações e discussões técnicas sobre o escopo dos projetos, nas quais constatava a seriedade, capacidade técnica e até mesmo o entusiasmo com que as soluções eram apresentadas e defendidas pelos meus colegas. Sempre aprendi muito, simplesmente fazendo parte de equipes de projetos.

O senhor poderia tecer algumas palavras finais para os leitores?

SCNS Marcos Rego: Seria ingênuo afirmar que, após mais de 35 anos no IPqM, só vivenciei situações positivas e de estímulo. Também vivi decepções, algumas decorrentes de decisões li-

gadas a interrupções de projetos, outras ligadas à falta de reconhecimento e conflitos internos em algumas equipes. Essas situações, no entanto, serviram-me como aprendizado, que me ajudou no exercício da liderança como gerente de projetos. Assim, creio que a minha participação nesses projetos contribuiu para a formação e amadurecimento da área de sistemas de guerra eletrônica na Marinha. O fato da nossa Esquadra atualmente dotar seus meios com equipamentos nacionais de Guerra Eletrônica é o resultado de um trabalho de equipe iniciado na década de 1980, e mantido até os dias atuais, a despeito de muitas ameaças e dificuldades. Devo mencionar também que a promulgação da Lei das Carreiras de Ciência e Tecnologia, em 1993, representou um marco significativo na estruturação, capacitação e progressão funcional dos servidores civis da Marinha. As oportunidades de aperfeiçoamento, bem como o reconhecimento dos servidores civis, são aspectos que deveriam ter mais atenção da Marinha. Não obstante, trabalhar no IPqM, e contribuir para o desenvolvimento tecnológico sempre foi motivo de orgulho para mim. Parabéns a CMG (EN) Carla pela iniciativa de registrar e documentar a comemoração dos nossos 65 anos, bem como agradeço o convite para esta entrevista, por parte do CMG (EN) Ali Kamel. 🌞



Figuras 5 e 6

Prêmio Mérito Funcional 30 anos, 2017; Grupo de Guerra Eletrônica (2019)



► História

Complexo Naval da Ribeira (CNR) e Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM): Berço da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha



Por CMG (EN) Ali Kamel Issmael Junior¹

1. Introdução

O Complexo Naval da Ribeira (CNR) está localizado na cidade do Rio de Janeiro (RJ), no bairro Cacuaia, na Ilha do Governador, e é composto pelo Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ), Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro e Depósito de Combustíveis da Marinha no Rio de Janeiro (DepCMRJ), conforme a Figura 1.

O 65º aniversário do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), efeméride de vital importância para a Marinha do Brasil, torna-se uma oportunidade motivadora para conhecer as origens de sua localização no CNR e como está área geográfica se tornou o berço da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) da Marinha.

2. Antecedentes

A Ilha do Governador é uma região administrativa da Zona Norte do Município do Rio de Janeiro, à qual pertencem cerca de 15 bairros, dentre eles o Cacuaia, onde é localizado o Complexo Naval da Ribeira (CNR). Antes de ser dada por Mem de Sá ao sobrinho Salvador Correa de Sá, que foi o segundo governador do Rio de Janeiro, origem do nome atual, a localidade já foi chamada de Ilha de Paranapuã, Ilha do Mar, Ilha dos Maracajás, Ilha do Gato, Belle Isle e Ilha dos Sete Engenhos (MACHADO, 2014). Segundo Machado (2014):

Seus primeiros habitantes, os índios temimimós, ocuparam a região até novembro de 1555, quando foram expulsos pelos franceses e seus aliados, os tamoios. O intuito de Nicolas Durand de Villegagnon, oficial da Marinha francesa, era fundar na cidade a França Antártica, no entanto, a aventura francesa durou por pouco mais de quatro anos. (Machado, 2014)

Os portugueses foram auxiliados pelos temimimós na defesa de suas posses coloniais no Rio, sob o comando do cacique Arariboia, e, ao fim dos

confrontos – onde a Ilha do Governador foi palco de algumas batalhas entre índios e europeus –, a situação culminou na fundação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro por Estácio de Sá, em 1565. Contudo, apenas na batalha final, marcada para 20 de janeiro de 1567, em homenagem ao dia de São Sebastião, os franceses foram definitivamente expulsos (Machado, 2014).

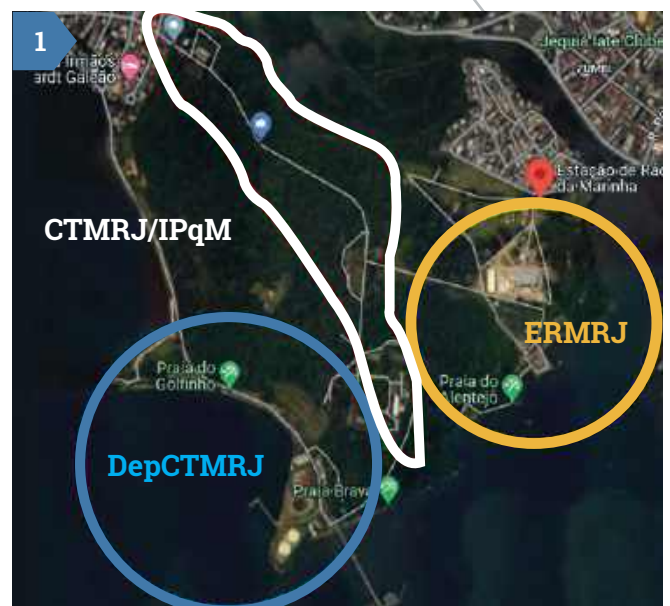
Na área do CNR, são feitos estudos arqueológicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) onde já foram encontrados indícios da presença indígena anterior aos portugueses, conforme as Figuras 2a e 2b.

3. A chegada dos Portugueses

Conforme explanado por Barros (2019), com o início da colonização do Brasil pelos portugueses no século XVI:

[...] tem início a agricultura monocultura com fazendas e engenhos produtores da cana-de-açúcar. Essas construções e demais instalações eram necessárias ao bom desempenho destas atividades agrícolas e traziam

Figura 1
O Complexo Naval da Ribeira (CNR) (montagem feita pelo autor com imagem extraída do Google Maps)



como destaque as casas grandes dos senhores coloniais. Tal processo, que teve seu auge na Bahia e em Pernambuco, também ocorreu no Rio de Janeiro, nas terras do Recôncavo da Guanabara e, em especial, na Ilha do Governador. Dentre outros colonizadores da ilha estiveram presentes os Beneditinos, que possuíam terras nas quais se dedicavam à criação de gado e plantio da cana-de-açúcar para moagem em engenho próprio. A contribuição desses religiosos foi muito importante para o desenvolvimento da cultura produtiva e da arquitetura. A freguesia da Nossa Senhora da Ajuda da Ilha do Governador se destacou posteriormente pela sua produção de cal e teve eleições intensamente concorridas, marcando aquele período por disputas de poder e busca de prestígio entre os ricos proprietários. A história da Ilha do Governador se confunde com a do Rio de Janeiro, do Brasil e de Portugal, tendo sido palco de combates importantes para a consolidação da cidade luso-brasileira. (Barros, 2019)

Mais adiante, no século XVII, a Ilha do Governador se tornou polo de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro com frutas, verduras e legumes, além de pescados e lenha, onde as fazendas, da mesma forma, desempenharam pa-

pel vital no crescimento urbano da cidade, pois forneciam grande quantidade dos materiais de construção (madeira, cal, tijolos e telhas) empregados nas edificações (Barros, 2019).

Como também explana Barros (2019), o “ciclo dessas grandes fazendas tem início com o surgimento da Freguesia de Nossa Senhora da Ajuda da Ilha do Governador, que foi criada em 1755”. Cerca de cem anos depois, segundo o farmacêutico e professor Antonio Estevão da Costa Cunha, já havia registro de seis grandes fazendas (ou seções) em 1870 e entre elas a da família Amaral, fazenda São Sebastião, uma das mais importantes da Ilha do Governador, que viria a se tornar o CNR. A Figura 3 ilustra a distribuição de algumas fazendas, destacando-se as “Terras do Amaral”.

Conforme Barros (2019), a sede das Terras do Amaral, como era conhecida a fazenda no século XVII, e cuja data de fundação é desconhecida, foi construída no local que antes se denominava Juquiá, e pertenceu ao Comendador Miguel Ribeiro do Amaral, casado com Maria Isabel Rosa do Amaral (Figura 4a), que ficou conhecida posteriormente como a Viúva Amaral, pois Miguel faleceu em 1848.



2a



2b



3

Figuras 2a e 2b

Escavações arqueológicas no Complexo Naval da Ribeira (CNR) realizadas pelos alunos do Laboratório de Arqueologia da Histórica do Museu Nacional, UFRJ (Brasil, 2023).

Figura 3

As “Terras do Amaral”, identificadas em mapa de 1870 (Barros, 2019).

Miguel teria comprado em 18 de março de 1842 as terras que pertenciam a João Manoel Gonçalves Mourão, que teria sido provavelmente o construtor. Na Figura 4b é ilustrada a sede da fazenda (Barros, 2019).

Um fato relevante é que a conhecida cantora Chiquinha Gonzaga (Figura 4c) foi casada com o filho do Comendador Amaral, tendo frequentado a fazenda nesta época. Em 1855, houve uma epidemia de cólera no Rio de Janeiro e muitas fazendas da Ilha do Governador entraram em declínio, uma vez que a mão de obra era composta basicamente por escravos, os quais eram submetidos a condições de vida insalubres (Barros, 2019).

A Marinha adquire a fazenda para a construção do Asilo dos Inválidos da Marinha, conforme nos explica Barros (2019):

Em 1871, a propriedade de mais de 100 hectares foi vendida ao governo imperial por 40:000\$000 (quarenta mil contos de réis), para abrigar ali o Asilo dos Inválidos da Marinha. A criação do asilo exclusivo para a Marinha se deu por conta de várias divergências entre a Marinha e o Exército, sendo

os militares vitimados nos conflitos em que o Brasil se envolveu no século XIX considerados pelo Imperador D. Pedro II como um problema social a ser resolvido. (Barros, 2019)

Posteriormente, foram também instalados na área da fazenda adquirida pela MB os Paíóis de Município da Marinha (Ponta do Matoso) e a Companhia de Aprendizes-Marinheiros (Barros, 2019).

4. Revolta da Armada

Em setembro de 1893, explodia a Revolta da Armada (Figuras 5a e 5b), e o Rio de Janeiro vivia então momentos de intensa agitação. Os motivos da revolta de parte da Força Naval foram, inicialmente, o autoritarismo de então presidente do Brasil, Deodoro da Fonseca, que fechou o Congresso, e, posteriormente, o fato de Floriano Peixoto, sucessor de Deodoro, não convocar novas eleições presidenciais em 1891. A revolta ainda tinha por objetivos exigir uma maior par-



4a



4b



4c

Figura 4a

A viúva Amaral (Barros, 2019).

Figura 4b

Casa Grande da Fazenda São Sebastião (1920) já pertencente à MB e, ainda hoje, à Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro (Barros, 2019).

Figura 4c

Fotografias de Chiquinha Gonzaga (imagens extraídas da internet).



5a



5b

Figura 5a

A baía de Guanabara no Rio de Janeiro durante o bombardeio dos revoltosos. Desenho de A.v. Rößler (Wikipédia, 2024).

Figura 5b

Tropas do Exército fortificando a zona portuária do Rio durante a Revolta da Armada (Wikipédia, 2024).

ticipação no governo republicano e que fossem executadas, por parte do governo republicano, ações de maior investimento nos meios navais e valorização do pessoal da Marinha em termos de remuneração (Mundo Educação, 2024).

A área do CNR também vivenciou esses dias tortuosos, tendo ocorrido em suas proximidades, mais precisamente na Ponta de Santa Cruz (Figura 6), alguns combates, como o que ceifou a vida do General João Batista da Silva Teles (Figura 7), descrito abaixo por De Paranhos (1944):

Sob ordens do Mal. Floriano, o General João Batista da Silva Teles, no dia 14 de Dezembro de 1893, parte no comando de força legal a fim de ocupar a ilha do Governador, utilizada como base logística pelos revoltosos. Ao saltar na ilha, mandou imediatamente uma Companhia e uma Bateria com a missão de reconhecerem Santa Cruz, onde constava haver um grupo de revoltosos. Estranhando a demora desse reconhecimento, ele mesmo, acompanhado pelos alferes Floriano Florambel e Frederico Teles, procurou averiguar o que se passava,

alcançando a artilharia comandada pelo então Tenente-Coronel Torres Homem com o qual se entendeu sobre a posição ocupada. Dali continuou para a frente, a fim de estabelecer contato com a Companhia do 23. Foi nesse trajeto que o General Silva Teles recebeu forte descarga da gente emboscada na mata, tendo sua perna direita atravessada por uma bala e a esquerda perfurada por outro projétil. Sofrendo dores imensas, foi o herói transportado a cavalo até o Asilo São Bento, onde recebeu ligeiro curativo provisório, depois de já haver perdido muito sangue. Dali seguiu numa carreta até a Ponta do Galeão e desse lugar foi transportado num escaler até o porto da Penha, de onde um “trolley” o levou à estação da Penha. Em trem especial foi conduzido até S. Francisco, de onde seguiu para sua residência transportado em uma cama, por mãos de amigos. Infelizmente, por não ter sido socorrido a tempo, c por ter perdido muito sangue no Longo e cruciante trajeto, teij(‘ de soffr a amputação da perna direita, a 22 de Dezembro, às 10 horas. Seu estado, porém, piorou, apesar de todos os recursos médicos empregados para o salvar, expirando, como um bravo, a 24 de Dezembro de 1893. Assim morreu o valente General. (De Paranhos, 1944)

Figura 6

Ponta de Santa Cruz na Ilha do Governador (Google Maps, 2024).

Figura 7

Gen João Batista da Silva Teles (De Paranhos, 1944).

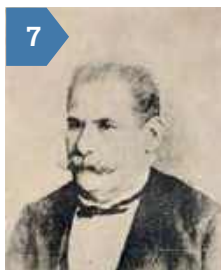


Figura 8

Estação Radiotelegráfica da Ilha do Governador, cerca de 1925 (imagem obtida com a ERMJR).

Figura 9
Evolução do Prédio da usina desde 1925 até os tempos atuais (imagens obtidas com a ERMJR).



Figura 10

Prédio atual da Direção do IPqM, que era antiga Escola de Telegrafia da ERMJR (imagem obtida com o Oficial de Comunicação Social do IPqM).

5. A criação da Estação Radiotelegráfica da Ilha do Governador

A atual Estação Rádio da Marinha do Rio de Janeiro (ERMJR) originou-se da Estação Rádio da Ilha das Cobras (onde hoje se encontra a Fortaleza de São José, do Corpo de Fuzileiros Navais, CFN; e o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, AMR).

Em face da grande evolução tecnológica da telegrafia sem fio, em 1915 foi criada a Estação Radiotelegráfica da Ilha do Governador (Figura 8), no prédio hoje conhecido como Usina e cuja atividade principal era centralizar a comunicação naval em radiotelegrafia manipulada desde o Observatório Nacional, no bairro de São Cristóvão, através de linha de transmissão dos Correios e Telégrafos, para transmissão de boletins para a esquadra no mar três vezes ao dia (Brasil, 2001).

Conforme os registros obtidos com a ERMJR, o Prédio da Usina serviu, desde 1915, como instalações associadas à radiotransmissão telegráfica em Médias Frequências (MF) e Escola de Telegrafia (com o prédio atual da Direção do IPqM) até a sua utilização atual como Prédio do Gerador de Energia, sendo edificações centenárias (Brasil, 2001).

Durante a Segunda Guerra, a Estação Rádio recebeu novas instalações e equipamentos, sendo considerada, à época, a mais avançada estação rádio da América do Sul. Hoje o local abriga a Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro (ERMJR), principal Estação Rádio da Rede de Comunicações da Marinha (RECIM) (Brasil, 2001). A Figu-

ra 9 ilustra a evolução deste prédio desde 1925 até os tempos atuais e a Figura 10, o prédio atual da Direção do IPqM.

6. Criação e Fundação do IPqM (BRASIL, 2023)

O imenso avanço tecnológico experimentado pelo material de emprego militar, durante e logo após a Segunda Guerra Mundial, levou a Marinha a obter equipamentos mais modernos e, conseqüentemente, a acompanhar, de forma autócotone, o vertiginoso desenvolvimento científico iniciado naquela época. Novos sensores e armas com tecnologias eletrônica e nuclear, como o radar e a bomba atômica, quebraram não só paradigmas tecnológicos, como causaram mudanças disruptivas na política geoestratégica mundial. Em outubro de 1953, a ideia e criação de um laboratório de pesquisas científicas e tecnológicas para a MB foi formalmente levada, pela primeira vez, à consideração da Alta Administração Naval, pelo ofício do Diretor-Geral de Eletrônica da Marinha, Almirante Paulo Nogueira Penido (Figura 11), ao Ministro da Marinha, Almirante Renato de Almeida Guillobel, conforme o Ofício nº 1204 de 14OUT1953, do Diretor-Geral de Eletrônica da Marinha, e do 1º Despacho de 16OUT1953, do Ministro da Marinha, documentos que iniciaram o processo de criação do Instituto de Pesquisas da Marinha.

Por intermédio de parceria com a Marinha Americana, em especial do *Naval Research Laboratory* (NRL), foram designados cientistas de alto calibre daquela Instituição para atuarem como consultores para a formulação do Instituto de Pesquisas da Marinha. Após vários estudos, no dia 27 de dezembro de 1955, por determinação do Ministro da Marinha, Almirante-de Esquadra Antonio A. Câmara Junior, e com o apoio do Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, futuro patrono da Ciência Tecnologia e Inovação da Marinha, era lançada a pe-

11

Figura 11
Almirante Paulo
Nogueira Penido
(Acervo do IPqM).



dra fundamental do futuro laboratório de pesquisas tecnológicas da MB, no Complexo Naval da Ribeira, conforme as Figuras 12a, 12b e 12c.

Em 14 de julho de 1959, era criado o IPqM, pelo Decreto do Poder Executivo nº 46.426, com pesquisas concentradas nas seguintes áreas: armamento, biologia marinha, bioquímica, oceanografia física, eletrônica, química e acústica submarina.

Na década de 1970, o Instituto, paralelamente às pesquisas relacionadas ao material de emprego militar, intensificou sua atuação nas áreas de biologia marinha (Projeto Cabo Frio), energia solar, biomassa, alimentação e saúde, todas elas de grande alcance social, levando-se em consideração as carências do país naquela época.

Em 26 de abril de 1984, foi criado o Instituto Nacional de Estudos do Mar (INEM), atual Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IE-APM), que assumiu a responsabilidade de conduzir os trabalhos relativos à biologia marinha (Projeto Cabo Frio), até então desenvolvidos no IPqM. A partir desse momento, o IPqM passou a priorizar esforços em projetos atinentes a material de emprego militar, com possibilidade de em-

prego dual. Pela Portaria nº116, de 20 de abril de 2017, do Comandante da Marinha, teve o IPqM a sua subordinação transferida para o Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ).

Desde 1959, o IPqM vem realizando pesquisas em áreas de interesse da Marinha do Brasil (MB), que resultaram em complexos materiais, equipamentos e sistemas aplicáveis em nossos meios navais, que contribuíram, por conseguinte, para a diminuição da dependência tecnológica do país. Atuando principalmente nas áreas de Armamento, Guerra Eletrônica, Sistemas de Monitoração e Controle, Sistemas de Apoio à Decisão, Acústica Submarina, Química e Materiais, o IPqM conseguiu atingir a excelência nas áreas de pesquisa e desenvolvimento orientadas a produtos e serviços de Defesa.

Desde então, até os dias de hoje, a história dessa insigne Organização Militar é contada pela dedicação e resultados obtidos em Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias no Estado da Arte, em mais de 65 anos de bons serviços prestados à Marinha e ao Brasil. Além disso, possui a honra de ser a primeira Organização da Marinha do Brasil inteiramente dedicada à Pesquisa e ao Desenvolvimento, o que é símbo-



12a



12b



12c

Figuras 12a, 12b e 12c

12a: Lançamento em 1955 da pedra fundamental do futuro laboratório de pesquisas tecnológicas da MB, que viria a se tornar o Instituto de Pesquisas da Marinha. Na foto destacam-se o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, um de seus idealizadores e, ao seu lado, o Almirante Antonio A. Câmara Junior, Ministro da Marinha em 1955 (Acervo do IPqM); **12b:** Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, patrono da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (Brasil, 2024); e **12c:** o então Prédio Principal do IPqM ainda em obras (Acervo do IPqM).

13



Figura 13

Vista aérea com destaque para o Prédio Principal do CTMRJ, antigo Prédio da Direção do IPqM (imagem obtida com o Oficial de Comunicação Social do IPqM).

lo de orgulho e motivação para seus integrantes do passado e do presente.

7. Criação do CTMRJ e transferência para o CNR

Criado pela Portaria no 308/MB/2016 e ativado pela Ordem do Dia nº 2, de 25 de abril de 2017, do Diretor-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha, o CTMRJ tem o propósito de gerenciar os processos e projetos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I); prospectar e fomentar o desenvolvimento de tecnologias não nucleares demandadas pelos Órgãos de Direção Setorial (ODS); centralizar, no que couber, a execução das atividades administrativas das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) subordinadas, quais sejam o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM); e assessorar e prestar orientação técnica, em suas áreas de conhecimento, aos diversos níveis de direção da Marinha do Brasil (MB). Teve suas instalações transferidas para o

CNR em 2019, onde desde então vem cumprindo sua missão. A Figura 13 mostra uma vista aérea com destaque para o Prédio Principal do CTMRJ (antigo Prédio da Direção do IPqM).

8. Conclusão

O CNR possui uma história rica, que se confunde com a do Brasil, antes mesmo da chegada dos descobridores portugueses. Além disso, desde a criação da Estação Radiotelegráfica da Ilha do Governador (atual Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro) em 1915, o local é pioneiro e possui conexão e vocação fortes para o desenvolvimento tecnológico do país.

A posterior fundação do Instituto de Pesquisas da Marinha em 1959, primeira Instituição da Marinha do Brasil dedicada à Pesquisa e ao Desenvolvimento, e a transferência do Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ) para esta área em 2019 só reforçam esse destino, denotando ao CNR o caráter histórico de ser o berço da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha. 🌟

Nota de Fim

1. *Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Coordenador de Organização (IPqM-02). Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso*

Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Referências:

BARROS, Carlos Freire de. **Tipologia Formal Oitocentista: o caso da Casa Grande da Fazenda São Sebastião.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Augusto Motta como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo. 2019.

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Livro de Estabelecimento do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM).** Livro B2. 1959-2024. (Acervo do IPqM).

BRASIL. Marinha do Brasil. Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro. **História da Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro.** Livreto. 2001.

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Regulamento e Regimento Interno.** Instituto de Pesquisas da Marinha. 2023.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Almirante Álvaro Alberto.** Site da Marinha do Brasil. Disponível em: </https://www.

marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br/dgdntm/files/almirante_alvaro.jpg/>. Acesso em 25.fev.2024.

DE PARANHOS, Antunes. Centenário de um Herói: General João Batista da Silva Teles. **Revista A Defesa Nacional.** 1944.

MACHADO, Sandra. **Ilha do Governador se destaca na história do Rio.** Site do Canal MultiRio. Prefeitura do Rio de Janeiro. 14. Out. 2014. Disponível em: </https://www.multirio.rj.gov.br/index.php/reportagens/905-ilha-do-governador-se-destaca-na-historia-do-rio/>. Acesso em 25.fev.2024.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Revolta da Armada.** Site Mundo Educação. Disponível em: </https://mundoeducacao.uol.com.br/historiadobrasil/a-revolta-armada.htm/>. Acesso em 25.fev.2024.

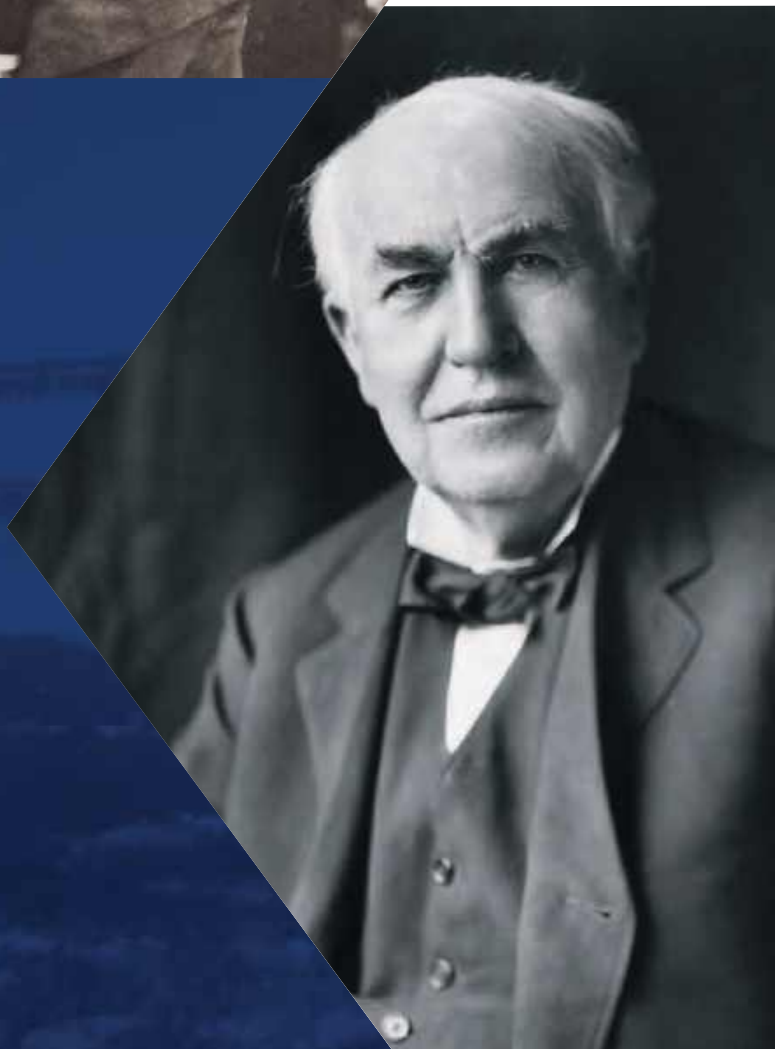
WIKIPÉDIA. **Revolta da Armada.** Site Wikipédia. Disponível em: </https://pt.wikipedia.org/wiki/Revolta_da_Armada/>. Acesso em 25.fev.2024.mil.br/dgdntm/files/almirante_alvaro.jpg/>. Acesso em 25.fev.2024.



► História

O Naval Research Laboratory (NRL) e o IPqM

Por CMG (EN) Ali Kamel Issmael Junior¹



1. Introdução

A criação do Instituto de Pesquisas da Marinha em 14 de julho de 1959 não se deveu apenas à vontade da Marinha do Brasil em querer alavancar suas capacidades tecnológicas. O Brasil se apresentava em um contexto após a Segunda-Guerra Mundial em que precisava efetivamente modernizar seu material bélico e, ao mesmo tempo, qualificar seu pessoal para poder prestar não somente apoio logístico, mas também compreender e dominar o Estado da Arte em tecnologias bélicas que estavam sendo feitas no mundo, em face do início da Guerra Fria.

No fim dos anos 40 do século passado, por ter sido aliado dos Estados Unidos na confrontação de escala global ocorrida, o Brasil se aproveitou da parceria com os americanos para tentar quebrar o paradigma de ser apenas um país de caráter rural, produtor de *commodities* e pouco desenvolvido tecnologicamente. E obviamente que esta iniciativa não poderia deixar de impactar nas Forças Armadas brasileiras.

No tocante à Marinha do Brasil, a grande iniciativa do período foi criar a sua primeira instituição completamente dedicada ao Campo da Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação: o Instituto de Pesquisas da



Figura 1

(a) Símbolo do NRL até 2016 (Estados Unidos, 2024a); e (b) Símbolo do USNRL, adotado após 2016 (Estados Unidos, 2024a)



Figura 2

Thomas Ava Edison, apoiador fundamental para criação do NRL (Estados Unidos, 1922)

Marinha. Dessa forma, o objetivo deste artigo, é apresentar os aspectos históricos da contribuição dos Estados Unidos, particularmente do *Naval Research Laboratory* (NRL), para a concepção e estabelecimento do Instituto.

2. O Naval Research Laboratory (NRL) e o IPqM)

2.1 A criação do NRL

O NRL foi criado em 2 de julho de 1923 (Estados Unidos, 2024a), como *Naval Experimental and Research Laboratory* – mais tarde, em 1926, foi abreviado para o nome de *Naval Research Laboratory* (NRL) até hoje ser denominado *United States Naval Research Laboratory* (Figuras 1a e 1b) –, mudando a forma como os militares dos EUA lutavam, melhorando suas capacidades, mitigando surpresas tecnológicas e transferindo tecnologia vital para a indústria, o que propiciou a alteração do equilíbrio de poder mundial em, pelo menos, três ocasiões: com o primeiro radar dos EUA, o primeiro satélite de inteligência do mundo e o primeiro satélite operacional do Sistema de Posicionamento Global (GPS), que serão abordados mais adiante.

Conforme consta em sítio na internet (Estados Unidos, 2024a), o NRL surgiu de uma visão iniciada ainda no século XIX. Em 1873, o governo federal dos EUA comprou 90 acres de Bellevue no sudoeste de Washington D.C. e adicionou este terreno à adjacente Fábrica de Armas Navais. Este terreno era conhecido como Anexo Bellevue da Fábrica de Armas Navais até 1923,

quando o governo federal abriu o NRL no local. O Laboratório permanece nesse terreno até hoje.

Em um artigo do New York Times de 1915, Thomas Edison sugeriu que o governo dos EUA deveria manter um “grande laboratório de investigação”. Com essa entrevista e com o avanço da Primeira Guerra Mundial, a ideia de um centro de pesquisas para a Marinha começou a tomar forma. O então Secretário da Marinha, o Honrável Josephus Daniels, aproveitou a oportunidade criada pelos comentários públicos de Edison para obter o seu apoio. Edison concordou, servindo como chefe de um novo órgão de especialistas civis – o Conselho Consultivo Naval – para aconselhar a Marinha em ciência e tecnologia (Estados Unidos, 2024a).

A eventual recomendação do Conselho foi *“para o estabelecimento de um laboratório de pesquisa e experimental, cujo investimento em terrenos, edifícios e equipamentos deveria totalizar aproximadamente US\$ 5.000.000, e que deveria estar localizado em marés com profundidade suficiente para permitir que dreadnoughts [navios de*

guerra da classe] chegassem para o cais [...] perto, mas não dentro, de uma cidade grande, para que mão de obra e suprimentos possam ser facilmente obtidos” (Estados Unidos, 2024).

O plano mais ambicioso do Conselho era a criação de um moderno centro de pesquisa para a Marinha. O Congresso alocou US\$ 1,5 milhão para a instituição em 1916, mas atrasos durante a guerra e divergências dentro do Conselho Consultivo Naval adiaram a construção até 1920. Em 6 de dezembro de 1920, Daniels inaugurou as obras do Edifício 1 do NRL. A Figura 3 mostra este evento (Estados Unidos, 2024a):

Era do interesse do Secretário Daniels o avanço da tecnologia da Marinha Americana e sua iniciativa como o primeiro representante do governo a tomar medidas para lidar com as novas condições de guerra, que levaram ao estabelecimento do NRL. Na Figura 3, também se encontra o Almirante Robert Edward Coontz, então Chefe de Operações Navais da US Navy, que está imediatamente à direita do secretário e em segundo plano. O Contra-Almirante William



Figura 3

O Secretário da Marinha, Josephus Daniels, inaugura o primeiro edifício do NRL em 6 de dezembro de 1920 (Estados Unidos, 2024a)

Strother Smith, primeiro diretor do NRL, aparece mais à direita e em primeiro plano (Estados Unidos, 2024a).

2.2. As primeiras pesquisas do RADAR

Em setembro de 1922, quase oito meses antes da inauguração do laboratório recém-criado, os engenheiros de rádio da Marinha, Albert Hoyt Taylor e Leo Clifford Young, estacionados no Laboratório de Rádio de Aeronaves Navais em Anacostia, ao norte de Bellevue, começaram a buscar novas frequências para Comunicação via rádio (Figuras 4a e 4b). Construindo um transmissor de alta frequência e um receptor portátil (Figura 5), os dois começaram a “testar em campo” seu dispositivo (Estados Unidos, 2024a).

Enquanto Taylor e Young testavam seu novo equipamento no trecho de oitocentos metros do Potomac aberto, o navio a vapor *Dorchester* navegava pelo Potomac vindo de Alexandria. À medida que o navio avançava em direção ao Rio Anacostia, os investigadores tomaram nota das flutuações e picos perceptíveis que observavam nos seus equipamentos. Depois de ajustar um pouco a eficiência do sinal, os cientistas

logo conseguiram identificar de forma mais eficaz as embarcações que se aproximavam ao longo do rio, algumas a até cinco quilômetros de distância. Foi logo após esta descoberta que a equipe realmente acreditou que poderia desenvolver ainda mais seu dispositivo para uso militar prático, modernizando a eficiência da detecção de navios de guerra inimigos (Estados Unidos, 2024a).

Infelizmente, nem a Marinha nem o Bureau pareciam interessados (Estados Unidos, 2024a), e Taylor e Young, em vez de outras prioridades exigentes, arquivaram o projeto antes de serem transferidos ligeiramente rio abaixo, para o recém-inaugurado laboratório de Bellevue, vários meses depois. No NRL, Taylor tornou-se cientista-chefe de rádio da Divisão de Rádio do Laboratório e Young seu principal assistente. Durante a maior parte da década de 1920, a divisão foi encarregada de desenvolver a tecnologia de rádio de alta frequência para servir a frota da Marinha.

2.3. Após 1923

Depois de abertas, as duas divisões originais do laboratório – Rádio e Som – foram pionei-



Figura 4a e 4b

(a) Albert Hoyt Taylor (Parry, 2010); e
(b) Leo Clifford Young (Parry, 2010)

Figura 5

Taylor e Young testavam seu novo equipamento (Parry, 2010)

ras nas áreas de rádio de alta frequência e propagação de som subaquático. Eles produziram equipamentos de comunicação, dispositivos de localização de direção, conjuntos de sonar e, talvez o mais significativo de tudo, o primeiro equipamento prático de radar construído nos EUA (Estados Unidos, 2024a).

Quase uma década após o avanço de Taylor e Young na detecção via rádio de objetos em movimento distantes, uma patente para “Sistema para detecção de objetos por rádio” foi aprovada em 27 de novembro de 1934. Mais tarde referido como radar – para detecção e alcance de rádio –, a tecnologia contribuiu para grandes vitórias navais em batalhas no Mar de Coral, Midway e Guadalcanal durante a Segunda Guerra Mundial (Estados Unidos, 2024a). As Figuras 6a e 6b apresentam o receptor e a antena do pioneiro Radar XAF.

Durante a Segunda Guerra (Estados Unidos, 2024a), as atividades científicas concentraram-se necessariamente quase inteiramente na investigação aplicada. Novos equipamentos

eletrônicos — rádio, radar, sonar — foram desenvolvidos. Contramedidas foram elaboradas.

Foram também produzidos novos lubrificantes, assim como tintas anti-incrustantes, fitas de identificação luminosas e um marcador marítimo para ajudar a salvar sobreviventes de desastres no mar. Um processo de difusão térmica foi concebido e usado para fornecer parte do isótopo de urânio-235 necessário para uma das primeiras bombas atômicas. Essas tecnologias são ilustradas nas Figuras 7a, 7b e 7c.

Os pesquisadores do laboratório também realizaram pesquisa básica, participando, por exemplo, na descoberta e exploração inicial da ionosfera. Além disso, o laboratório foi capaz de trabalhar gradualmente em direção ao seu objetivo de se tornar um centro de pesquisa de base ampla. No início da Segunda Guerra Mundial, cinco novas divisões foram acrescentadas: Óptica Física, Química, Metalurgia, Mecânica e Eletricidade e Comunicações Internas (Estados Unidos, 2024a).

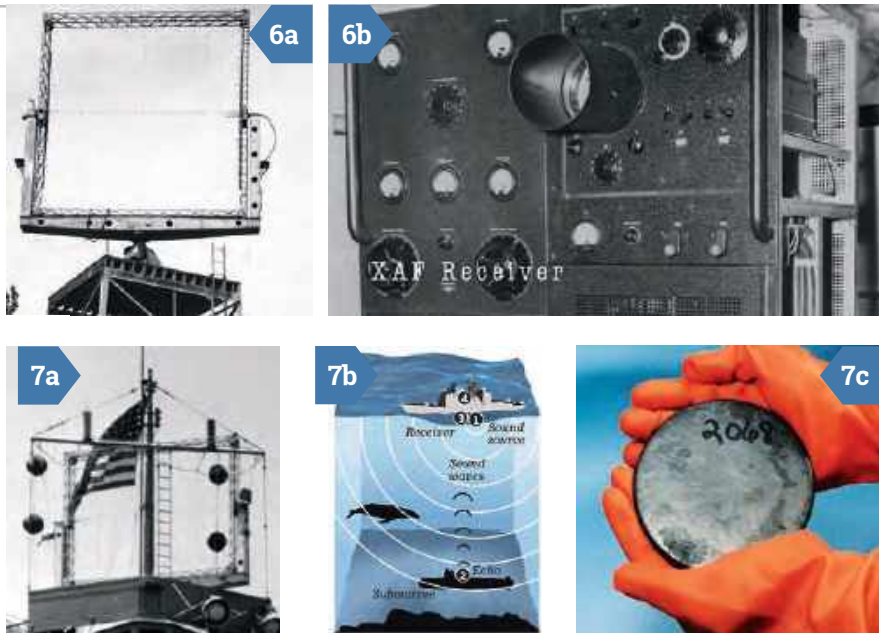
As capacidades de detecção e comunicação foram beneficiadas por pesquisas que exploraram

Figura 6

- (a) Antena e
(b) Receptor do pioneiro
Radar XAF (Parry, 2010)

Figura 7

- (a) Antena do radar XAF
(Parry, 2010);
(b) Princípio Sonar
(Estados Unidos, 2012); e
(c) Urânio enriquecido
(MacDonald, 2019)



novas porções do espectro eletromagnético, ampliaram os alcances para o espaço sideral e forneceram um meio de transferência de informações de maneira confiável e segura para enfrentar táticas de interferência massivas (Estados Unidos, 2024a).

O laboratório também passou a conduzir pesquisas básicas e aplicadas relativas aos ambientes da Marinha, terra, mar, céu, espaço e ciberespaço. As pesquisas têm variado amplamente – desde a monitorização do comportamento do Sol, à análise das condições atmosféricas marinhas, até a medição de parâmetros dos oceanos profundos (Estados Unidos, 2024a).

A habitabilidade submarina, os lubrificantes, os materiais de construção naval, o combate a incêndios e o estudo do som no mar têm permanecido preocupações constantes, às quais se somaram explorações recentes nos campos da realidade virtual, supercondutividade, biotecnologia e nanotecnologia (Estados Unidos, 2024a).

O laboratório também foi pioneiro (Estados Unidos, 2024a) na pesquisa naval no espaço, – desde sondas atmosféricas com foguetes V-2 capturados, passando pela direção do projeto Vanguard (o primeiro programa de satélite da América) e desenvolvimento do primeiro satélite de inteligência do mundo (GRAB-I), até a invenção e desenvolvimento dos primeiros protótipos de satélite do

moderno Sistema de Posicionamento Global (GPS) e a construção do Satélite de Tecnologia de Navegação – II (Timation IV): NTS-II, o primeiro satélite totalmente projetado e construído pelo NRL sob financiamento do Programa Conjunto GPS e que foi lançado em 23 de junho de 1977 (Parry, 2013). As Figuras 8a, 8b e 8c apresentam estes projetos.

2.4. Office of Naval Research (ONR)

Devido às importantes realizações científicas dos anos de guerra, os Estados Unidos emergiram na era do pós-guerra determinados a consolidar os seus ganhos de guerra em ciência e tecnologia e a preservar a relação de trabalho entre as suas Forças Armadas e a comunidade científica (Estados Unidos, 2024a).

Uma das iniciativas nesse sentido foi o comissionamento do ONR (Figura 9) em 1º de agosto de 1946 (Estados Unidos, 2024b), havendo a transferência do NRL para a supervisão administrativa do ONR e uma mudança paralela da ênfase da pesquisa do laboratório para uma pesquisa básica e aplicada de longo alcance em uma ampla gama de ciências físicas.

O Vice-Almirante Harold Bowen (Figura 10) seria o primeiro Chefe de Pesquisa Naval com o estabelecimento do então *Office of Research and Invention* em 1945, e conduziria a nova agência a um status mais permanente com a aprovação

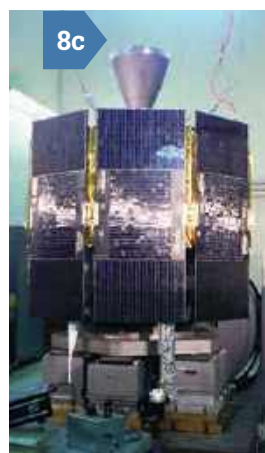


Figura 8

(a) Foguete Vanguard ();
(b) o primeiro satélite de inteligência do mundo GRAB-I (Parry, 2020); e
(c) NTS-II, o primeiro satélite totalmente projetado e construído pelo NRL sob financiamento do Programa Conjunto GPS (Parry, 2013)

da Lei Pública 588 e a criação do ONR no ano seguinte. Já nos anos 50, a ONR e o NRL foram convidados pela Marinha a ajudar na construção do futuro IPqM, o que será abordado no tópico a seguir (Estados Unidos, 2024b).

3. O NRL e o IPqM

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, com relevante participação do NRL e, posteriormente do ONR, era notório o intenso avanço tecnológico, especialmente no material de emprego bélico, ocorrido durante e logo após a Segunda Guerra Mundial. Em face deste quadro, a Marinha do Brasil (MB), motivada para ter a capacidade de obtenção/produção de equipamentos mais adequados ao Estado da Arte, percebeu a importância de, ao menos, acompanhar, de forma própria, o desenvolvimento tecnológico iniciado naquela época.

Então, em 1951 (Val, 2014), a MB teve a iniciativa de formar no estrangeiro os primeiros engenheiros navais especializados em eletrônica, fato que impulsionou a iniciativa da criação de um laboratório para que viabilizasse testes de componentes e peças,

equipamentos e sistemas utilizados nos serviços de radiolocalização e telecomunicações da Marinha, o que acabou por semear o futuro Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM).

Entre 1953 e 1956 (Val, 2014), o Almirante Paulo Nogueira Penido (Figura 11), Diretor-Geral de Eletrônica da Marinha, empreende campanha interna à Força pela criação de um instituto com finalidade de supervisionar a atualização do material militar, o mesmo que estava acontecendo aos demais ministérios militares. Ele então, em 1953, apresentou pelo ofício nº 1204/1953 à consideração do Ministro da Marinha, o Almirante de Esquadra Renato de Almeida Guillobel, a proposta concreta para a criação do laboratório de pesquisas eletrônicas, expondo de forma transparente o atraso da Força nesse campo, e sugere a criação de um centro de pesquisas ao modelo do NRL dos EUA (Val, 2014).

Com a aprovação posterior desta proposta, foi solicitado pela MB o apoio da Missão Naval Americana no Brasil (Brasil, 1956), com base no *Mutual Defense Assistance Plan* (MDAP) – Plano de



9

Figura 9

Office of Naval Research (ONR) (Estados Unidos, 2024)



10

Figura 10

Vice-Almirante Harold Bowen, primeiro Chefe de Pesquisa Naval do Escritório de Pesquisa e Invenção em 1945, e que conduziria a nova agência a um status mais permanente com a aprovação da Lei Pública 588 e a criação do ONR (Estados Unidos, 2024)



11

Figura 11

Almirante Paulo Nogueira Penido (Acervo do IPqM)

Assistência à Defesa Mútua –, previsto no Tratado Brasil-Estados Unidos² firmado entre o governo brasileiro e o governo americano em 1952.

A Missão Americana acabou por enviar ao Brasil o Dr. Emmanuel Ruben Piore (Figura 12), Cientista Chefe do ONR à época, que visita o Brasil entre 23 e 29 de novembro de 1954. O Dr. Piore desenhou na ocasião as diretrizes mestras do atual IPqM (Val, 2014).

O Dr. Emmanuel Ruben Piore foi um dos principais arquitetos por trás da estrutura da pesquisa científica americana após a Segunda Guerra Mundial. Com sua influência, pressionou por mais colaboração entre indústrias, universidades e o governo e foi um forte defensor de princípios básicos pesquisando em ambientes acadêmicos e industriais. Após a Segunda Guerra Mundial, o Dr. Piore tornou-se o primeiro cidadão a chefiar o ONR, e construiu programas de pesquisa influentes que estabeleceram princípios básicos de administração para pesquisas apoiadas pelo governo.

Seu trabalho na ONR chamou a atenção da *International Business Machines Corporation* (IBM) e, em 1956, o contrataram para ser seu

primeiro diretor de pesquisa. Esta foi a primeira vez na história que a IBM contratou um profissional fora da empresa em vez de promovê-lo internamente. Foi na IBM que o Dr. Piore teve o seu maior impacto na pesquisa científica: ele promoveu a pesquisa sem qualquer tipo de constrangimento. A liberdade de estudo independente e tranquilo fez com que o Departamento de Pesquisa da IBM fosse uma das oportunidades de emprego mais atraentes para pesquisadores de todo o mundo. Esse afluxo de pesquisadores levou ao desenvolvimento pela IBM de uma nova geração de computadores digitais (Estados Unidos, 2024d).

Val (2014) também indica a importante participação do Almirante Álvaro Alberto (Figura 13), Patrono da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil, na criação do IpqM:

Em 1955, após o suicídio de Vargas, [...] Assumiu o Ministério da Marinha o Vice-Almirante Edmundo Jordão de Amorim do Vale, amigo comum do Almirante Álvaro Alberto, então presidente do CNPq. Antes mesmo de submeter o plano³ ao novo Ministro, Penido teve o cuidado de enviar a Álvaro Alberto carta pessoal com o seu parecer detalhado. Este



Figura 12

Dr. Emmanuel Ruben Piore (Estados Unidos, 2024)



Figura 13

Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva (Brasil, 2024)

respondeu em 12 de março de 1955, também com uma carta de tom pessoal. Dentre outros argumentos, destacava Álvaro Alberto: “Recebi anteontem à noite, [...] a minuta do ofício em que V. encaminha a nosso comum e querido Amigo Amorim do Valle, a proposta de sua exclusiva iniciativa, para a criação de um órgão que será o coroamento de sua invejável carreira, toda dedicada ao serviço e ao engrandecimento da Marinha. [...] A Marinha se tem mantido retraída e isolada em si mesma. Essa atitude a tem preservado de certas infiltrações corrosivas, mas a tem privado de exercer o papel a que faz jus, como decorrência do que desempenhou na gênese e consolidação da nacionalidade.” (Val, 2014).

Conforme Val (2014) também menciona, o debate seguido após a aprovação do Instituto foi o de decidir onde seria localizada a edificação do IPqM, o que, pela presença de Álvaro Alberto, fica inserido num quadro mais amplo:

Quando a Marinha se decidiu pela sua criação, já estava em progresso o convênio com as USP e UB (UFRJ) para a instituição do curso de Engenharia Naval, e com extensão



Figura 14

Lançamento da Pedra Fundamental do futuro Instituto de Pesquisas da Marinha em 27 de dezembro de 1955 com a presença do Almirante Álvaro Alberto (Acervo do IPqM)

Figura 15

Dr. Allen H. Schooley (Estados Unidos, 2024)



para outras áreas, de objetivo em sanar parcialmente os problemas atinentes da pesquisa e tecnologia – ao inverso das “coirmãs”, a Aeronáutica com o ITA e Exército com o IME de meta em criar efeitos de spin off pela concentração de projetos e pesquisadores nestes institutos, e assim gerar projetos e empresas externos às Forças promotoras (Val, 2014).

Quando finalmente a pedra fundamental do IPqM foi lançada (Figura 14), o local não poderia ter sido mais estratégico que a vizinhança das futuras instalações da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dessa forma, ainda que pensado isoladamente por Paulo Penido e patrocinado por Álvaro Alberto para atender a lógica de um instituto voltado à Marinha (servindo primordialmente à pesquisa militar), a proximidade com a Academia demonstrava que o destino do Instituto seria de importância também para o Brasil.

Mais tarde, depois da vinda do Dr. Piore em 1954, mencionada anteriormente, a Missão Naval Americana enviou outro cientista ao Brasil, o Dr. Allen H. Schooley (Figura 15), que era o Diretor Associado de Pesquisa em Eletrônica do NRL. O Dr. Schooley era natural de Terril, Iowa, e fez sua graduação e pós-graduação na *Iowa State University* e na *Purdue University*, Indiana, respectivamente. Em seu campo de atuação, produziu pesquisas originais e publicou numerosos artigos científicos sobre aspectos relacionados aos diversos campos da eletrônica, óptica, oceanografia, hidrodinâmica e gestão de pesquisa (Estados Unidos, 2024).

Em sua chegada, o Dr. Schooley foi convidado pela Marinha do Brasil para visitar as futuras instalações do Instituto de Pesquisas da Marinha, no Rio de Janeiro, e ajudar no planejamento das instalações físicas, no programa científico e na organização dos novos laboratórios do Instituto, como Pesquisador Consultor, trabalhando com os Oficiais da MB em 1956 (Brasil, 1956).

Após o início da missão em fevereiro de 1956, a Marinha cria em 12 de outubro de 1956 a Co-

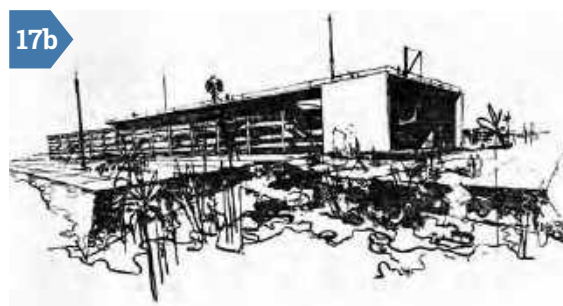
missão de Instalação do Instituto de Pesquisas da Marinha cujos componentes eram os então: CF José Cláudio Beltrão Frederico (futuro primeiro Diretor do IPqM), como Presidente da Comissão; o próprio Dr. Schooley, como Pesquisador Consultor; CC Gabriel Emiliano de Almeida Fialho, como Consultor; CF Carlos Ernesto Mesiano (futuro sexto Diretor do IPqM), como membro; CC Roberto Maurell Lobo Pereira, como membro; e CC Antônio Carlos Didier Barbosa Vianna, como Consultor (Brasil, 1956).

A Figura 16 apresenta o Dr. Schooley trabalhando com a Comissão. Os relatórios apresentavam os progressos nos trabalhos de ajuda do Pesquisador Consultor, o Dr. Schooley, para a instalação e esta-

belecimento do Instituto no atual Complexo Naval da Ribeira (CNR) na Ilha do Governador. As Figuras 17a, 17b, 17c e 17d apresentam alguns dos estudos e registros dos Relatórios do Dr. Schooley, onde há a indicação da localização escolhida do Instituto próxima à Ilha do Fundão, em face da instalação da Universidade do Brasil (futura UFRJ); o desenho de arquitetura do Prédio Principal do IPqM (hoje utilizado pelo Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro – CTMRJ); foto do início da construção; e a proposta de organograma, com subordinação do IPqM diretamente ao Ministro da Marinha, bem como seus elementos organizacionais internos, como Assessorias, Departamento de Pesquisa e Departamento Administrativo (Brasil, 1956).



16



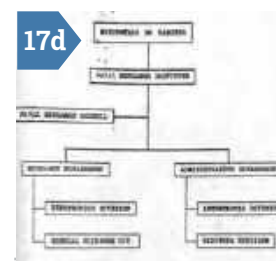
17b



17c



17a



17d

Figura 16

Dr. Allen H. Schooley à direita do CMG(EN) José Cláudio Beltrão Frederico, o primeiro à esquerda, e demais membros da Comissão de Instalação do futuro Instituto (Brasil, 1956).

Figura 17

(a) Mapa desenhado de 1956 com a indicação da futura localização do IPqM (Brasil, 1956); (b) desenho de arquitetura do Prédio Principal do IPqM (Brasil, 1956); (c) construção do prédio principal do IPqM (Brasil, 1956) e (d) proposta da Comissão de Instalação para o organograma (Brasil, 1956).

Com a evolução dos estudos e a viabilização de sua construção, por intermédio do Decreto do Poder Executivo nº 46.426, de 14 de julho de 1959, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) foi oficialmente criado (Figura 18a), tendo como seu primeiro Diretor o CMG(EN) José Cláudio Beltrão Frederico (Figura 18b).

Por conta de seu relevante papel, o Dr. Schooley pode ser considerado como um dos fundadores do IPqM, por conta de sua assistência no planejamento inicial das instalações e do programa durante o período que trabalhou com os Oficiais da MB em 1956 (Estados Unidos, 2024d). Esse reconhecimento fez com que o Dr. Schooley, em 1962, fosse convidado a visitar o IPqM já estabelecido, o qual deixou consignado no Livro de Ouro da OM (Figura 19) os seguintes dizeres: *“The Brazilian Naval Research Institute has made great progress since I was in Brazil in 1956. The fruits of this Institute will be a major contributor to the progress of Brazilian Navy. I will watch your steps forward with pride”* (“O Instituto de Pesquisas da Marinha tem feito grandes progressos desde que estive no Brasil em 1956. Os frutos deste Instituto serão um grande contribuidor para o pro-



Figura 18

(a) o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) oficialmente criado com seu Prédio Principal concluído (Acervo da OM); e (b) seu primeiro Diretor, o CMG(EN) José Cláudio Beltrão Frederico (Acervo da OM).

gresso da Marinha do Brasil. Eu observarei seus passos adiante com orgulho”).

4. Conclusão

Conforme pode ser visto neste trabalho, a visão, a influência e a contribuição dos eminentes Chefes Navais Almirante Paulo Nogueira Penido e Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, foram de fundamental importância para a criação do Instituto de Pesquisas da Marinha, em um contexto pós segunda guerra em que o Brasil precisava se desenvolver tecnologicamente também na área de Defesa.

A participação e parceria dos Estados Unidos, em particular do Dr. Emmanuel Ruben Piore, do Office of Naval Research (ONR) e do Dr. Allen H. Schooley, do Naval Research Laboratory (NRL) os fazem também mercedores de serem considerados fundadores do IPqM, em face de suas importantes contribuições e orientações na fase de planejamento do Instituto.

Espera-se que com o registro dessa história, por intermédio desse artigo, leve às novas gerações de brasileiros o entendimento de que, apesar dos diferentes atores e contextos da época de sua criação, a motivação da existência do Instituto – ainda uma realidade presente no Brasil e no Mundo de hoje –, é a independência tecnológica que garante a soberania de um país realmente livre. 🌞

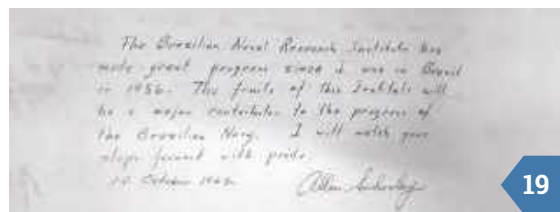


Figura 19

Registro deixado pelo Dr. Allen H. Schooley no Livro de Ouro do IPqM em sua visita ao Instituto em 10 de outubro de 1962 (Acervo do IPqM)

Notas de Fim

1. *Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Coordenador de Organização (IPqM-02). Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).*

2. *Tratado Brasil-Estados Unidos – também conhecido como Acordo Militar Brasil-Estados Unidos – foi um acordo de assistência militar assinado em 15 de março de 1952, no Rio de Janeiro, entre os dois países, com o objetivo de defender o Hemisfério Ocidental (FGV, 2024).*

3. *De criação do futuro Instituto (citação nossa).*

Referências:

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Livros de Estabelecimento do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM)**. Livro B2. 1959-2024 (Acervo do IPqM).

BRASIL. Ministério da Defesa. Escola Superior de Guerra. **Fundamentos do Poder Nacional** / [Escola Superior de Guerra]. – Rio de Janeiro: ESG, 2024. 164 p. : il. Disponível no site: </https://www.gov.br/esg/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/fundamentos-do-poder-nacional/fundamentos-do-poder-nacional-rev-2024-mac2-1.pdf/>. Acesso em: 7. mar. 2024a.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Almirante Álvaro Alberto**. Site da Marinha do Brasil. Disponível em: </https://www.marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br/dgdntm/files/almirante_alvaro.jpg/>. Acesso em 25.fev.2024b.

ESTADOS UNIDOS. Library of Congress. **Thomas Alva Edison, three-quarter length portrait, seated, facing front**. 1922. Disponível no site: </https://www.loc.gov/pictures/item/92522138/>. Acesso em: 9. mar. 2024.

ESTADOS UNIDOS. **The National WWII Museum Nova Orleans. Recent Discovery of German U-boat Uses WWII Technology**. Site do The National WWII Museum Nova Orleans. 31. jul. 2012. Disponível no site: </http://www.nww2m.com/tag/sonar/>. Acesso em: 9. mar. 2024.

ESTADOS UNIDOS. US Navy. US Naval Research Laboratory. **NRL Centennial**. Site do US Naval NRL. Disponível no site: </https://www.nrl.navy.mil/About-Us/History/NRL-Centennial/>. Acesso em: 9. mar. 2024a.

ESTADOS UNIDOS. US Navy. Office of Naval Research. **ONR History**. Site do ONR. Disponível no site: </https://www.nre.navy.mil/about-onr/history/>. Acesso em: 9. mar. 2024b.

ESTADOS UNIDOS. American Institute of Physics (AIP). **Emanuel Ruben Piore**. Site da AIP. Disponível no site: </https://history.aip.org/phn/11608010.html/>. Acesso em: 10. mar. 2024c.

ESTADOS UNIDOS. National Academy of Sciences. **E. R. Piore**. Site da National Academy of Sciences. Disponível no site: </https://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/51623.html/>. Acesso em: 10. mar. 2024d.

ESTADOS UNIDOS. Engineering and Technology History Wiki (ETHW). **Allen H. Schooley**. Site da ETHW. Disponível no site: </https://ethw.org/Allen_H._Schooley/>. Acesso em: 10. mar. 2024e.

FGV. Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC). **Acordo Militar Brasil-Estados Unidos (1952)**. Site da Fundação Getúlio Vargas (FGV) Disponível no site: </https://www18.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/acordo-militar-brasil-estados-unidos-1952/>. Acesso em: 10. mar. 2024.

MACDONALD, James. **What Is Enriched Uranium?** JSTOR Daily. 8. ago. 2019. Disponível no site: </https://daily.jstor.org/what-is-enriched-uranium/>. Acesso em: 9. mar. 2024.

PARRY, Daniel. **NRL History - RADAR**. Site do US Naval Research Laboratory. 4. nov. 2010. Disponível no site: </https://www.nrl.navy.mil/Media/News/Article/2577147/nrl-history-radar/>. Acesso em: 9. mar. 2024.

PARRY, Daniel. **First GPS NAVSTAR Satellite Goes on Display**. Site do US Naval Research Laboratory. 12. abr. 2013. Disponível no site: </https://www.nrl.navy.mil/Media/News/Article/2563219/first-gps-navstar-satellite-goes-on-display/>. Acesso em: 09. mar. 2024.

PARRY, Daniel. **GRAB I, First Operational Intelligence Satellite**. Site do US Naval Research Laboratory. 22. jun. 2020. Disponível no site: </https://www.nrl.navy.mil/Media/News/Article/3074375/grab-i-first-operational-intelligence-satellite/>. Acesso em: 09. mar. 2024.

VAL, Sylvio dos Santos. **Para além do átomo: institucionalização da Ciência e Tecnologia da Marinha do Brasil**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal Fluminense, Área de Concentração III Estudos Estratégicos, Linha de Pesquisa III: Inserção do Brasil nas Relações Internacionais e Estratégicas. 2014. Disponível no site: </https://app.uff.br/riuff/handle/1/13257/>. Acesso em: 7. mar. 2024.

► História

A Visita de Robert Oppenheimer ao IPqM em 1961

Por CMG (EN) Ali Kamel Issmael Junior¹



1. Introdução

Em 20 de setembro de 1961, o Instituto de Pesquisas da Marinha recebeu a ilustre visita de Julius Robert Oppenheimer (Figura 1a), conhecido como o "pai da bomba atômica" por seu papel no conhecido "Projeto Manhattan"², em que foi encarregado de desenvolver as armas nucleares. Por essa contribuição, Oppenheimer foi condecorado pelo Governo americano com a Medalha Presidencial por Mérito.

Graças à liderança e expertise em Física Teórica de Oppenheimer, os Estados Unidos da América (EUA) foram exitosos no projeto, quando, em 16 de julho de 1945, a primeira bomba atômica foi detonada com sucesso, no chamado Teste "Trinity" (Figuras 1b e 1c).

Na época de sua visita ao IPqM, o Dr. Oppenheimer dirigia, desde 1947, o *Institute for Advanced Study*, nos EUA. Estudou Física nas Universidades de Harvard, Cambridge e Göttingen e, durante 18 anos, lecionou na Universidade da Califórnia e no Instituto Tecnológico da Califórnia. Em 1945, foi nomeado Conselheiro da Comissão de Energia Atômica, da Casa Branca,

no governo de Harry Truman, e da Secretaria de Defesa. Sua visita ao Brasil teve o patrocínio da Organização dos Estados Americanos.

De forma a prestigiar, com a sua presença, e incentivar a iniciativa da criação do Instituto pelo Estado brasileiro, o renomado cientista veio ao Brasil trazer conselhos sobre os problemas que enfrentava o país que, naquele momento, ainda era incipiente em pesquisa científica e tecnológica autóctone, especialmente no campo militar.

Desta forma, o propósito deste artigo é relembrar este evento histórico para o Instituto, de forma a reforçar a mensagem deixada pelo ilustre e eminente físico sobre a importância da Ciência, Tecnologia e Inovação para o país, ainda extremamente válida no tempo presente.

2. A visita de Oppenheimer e o incentivo à Ciência e Tecnologia como as maiores armas de uma Nação em sua palestra

O Instituto de Pesquisas da Marinha tinha pouco mais de dois anos desde sua fundação em 14 de julho de 1959 e ainda se encontrava em fase de obras e instalação quando da vinda do

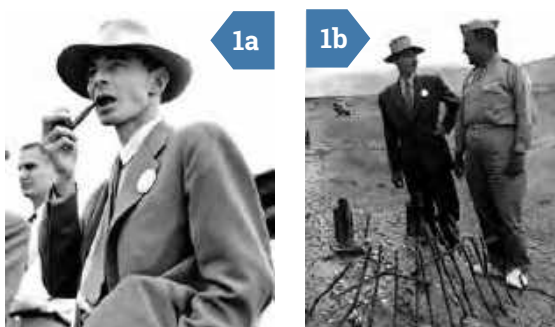


Figura 1

(a) Dr. Julius Robert Oppenheimer em foto da época do Projeto Manhattan; (b) Dr. Oppenheimer e o General Leslie Richard Groves Jr., que de 1940 a 1946 foi o Diretor do Projeto; e (c) o primeiro teste nuclear Trinity realizado em 16 de julho de 1945 (imagens extraídas da internet).



Dr. Oppenheimer (Figura 2). A Figura 3 mostra o ilustre cientista chegando ao IPqM. Em sua palestra, para os Chefes Navais e integrantes do Instituto (Figuras 4, 5, 6 e 7), o Dr. Oppenheimer demonstrou muita franqueza, e expressou uma série de pontos que nos levam ainda hoje à reflexão das finalidades e do uso da Ciência, Tecnologia e Inovação por um país. Especialmente, no tocante à importância do investimento na educação e na formação de uma massa crítica de pessoal qualificado em ciências básicas (chamadas na época, por ele, de “ciência pura”) e às dificuldades e consequências de se tentar desenvolver produtos, tanto internamente como externamente, de forma colaborativa ou secreta, sobretudo no âmbito militar. De forma a preservar as ideias do Dr. Oppenheimer, transcreve-se a sua alocação, na íntegra, abaixo (Brasil, 1961):

– Dizer-se que o país atravessa uma época de dificuldades econômicas, tornou-se lugar comum. E assim continuará a ser enquanto não conseguirmos ultrapassar a fase do subdesenvolvimento em que nos debatemos. Não é, pois, de admirar que a Marinha enfrente o mesmo problema: verbas insuficientes para as

*necessidades. Resulta, então, que a atribuição de prioridades, normalmente considerada na ordem cronológica do atendimento das necessidades, transforma-se em tarefa bem mais complexa: a escolha do que for considerado mais vital. A dificuldade de decidir é grande e a responsabilidade de tomar a decisão ainda maior. Tem sido nossa opinião que, do ponto de vista militar, **Ciência e Tecnologia são a maior arma de uma Nação, o seu maior poder**³. Daí caber à Marinha empregar parte de seus recursos nesse setor.*

Do ponto de vista civil, os subprodutos das atividades científicas e tecnológicas da Marinha – pessoal especializado, tecnologias, conhecimentos científicos, processos, materiais, educação etc. – são outros tantos fatores fecundos do progresso nacional pelos benefícios que trazem à indústria, ao comércio, às universidades, à comunidade em geral⁴. Temos defendido a tese de que, por maiores que sejam os problemas de hoje, a Marinha de amanhã, e mais do que ela, o Brasil de amanhã, hão de basear-se no preparo técnico e científico de sua gente, na



Figura 2 - O então Prédio Principal do IPqM, em 1961, ainda em fase de acabamento e instalação de laboratórios (Acervo do IPqM)

Figura 3 - Dr. Robert Oppenheimer chegando ao IPqM acompanhado pelo Primeiro Diretor do IPqM, o Capitão de Mar e Guerra (EN) José Cláudio Beltrão Frederico (Acervo do IPqM)

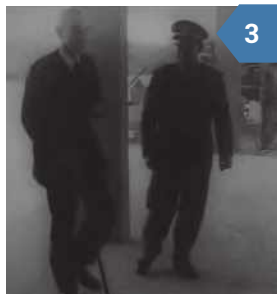


Figura 4- Oppenheimer à mesa acompanhado dos Almirantes Amorim do Vale, Ary dos Santos Rongel, Mattoso Maia e Álvaro Alberto e o General Dubois Ferreira (Brasil, 1961)

qualidade tecnológica da indústria nacional, na estabilidade da economia interna, no adiantamento de seus laboratórios, institutos e universidades na seriedade de sua pesquisa pura e aplicada.

Durante a Segunda Guerra Mundial, as relações entre as Forças Armadas e as atividades técnicas e científicas assumiram muitas formas novas, nos Estados Unidos da América. Houve duas razões para isso: a primeira foi o sucesso espetacular que os cientistas mais abstratos e puros conseguiram em seus esforços para desenvolver sistemas de armas de valor militar. O radar foi talvez o engenho do qual mais se possa dizer que salvou nossa causa da derrota. A segunda foi que entramos num período da história no qual os problemas militares estiveram constantemente presentes, presença essa que não se podia adiar para depois que as hostilidades tivessem começado.

A Marinha Norte-Americana, ou devo antes dizer, algumas pessoas na Marinha Norte-Americana, muito cedo reconheceram que a posição mais segura que a Marinha poderia

adotar seria estabelecer com os cientistas do País relações íntimas e de confiança, e fazer todo o possível para que as atividades científicas, tanto nos desenvolvimentos tecnológicos, como na pesquisa básica e no ensino ou adiestramento, assumissem o máximo nível para o qual o povo estivesse preparado.

Essa prática foi seguida no País por todas as Forças Armadas: pela Força Aérea; um tanto relutantemente, devo dizer, pelo Exército, que queria fazer primeiro as coisas que pareciam mais úteis ao Exército, mas que mais tarde alargou seu campo; por muitas repartições civis: a Comissão de Energia Atômica, a Fundação Nacional de Ciência, o Serviço de Saúde Pública, e muitas outras. Assim é que o Governo Federal apoia, hoje, intensamente, todos os ramos da Ciência e da Tecnologia, mesmo aqueles que são mais abstratos e que não têm nenhuma promessa de aplicação imediata.

No entanto – e é com satisfação que o digo – o apoio do Governo não levou ao controle pelo Governo. O fato de haver muitas repartições interessadas levou a uma política generosa



5a



5b



6



7

Figura 5- (a) e (b) Oppenheimer fala à audiência no IPqM (Brasil, 1961)

Figura 6
O Diretor do IPqM à época, o CMG(EN) José Cláudio Beltrão Frederico (Acervo do IPqM)

Figura 7
O Comandante José Cláudio Beltrão Frederico agradece a Oppenheimer e assegura que os seus conselhos serão ouvidos pela Marinha (Acervo do IPqM)

e sábia, pela qual as Forças Armadas determinam as necessidades práticas, mas os próprios cientistas determinam as necessidades teóricas, sendo as pesquisas científicas orientadas amplamente de acordo com a situação real no campo da Astronomia, da Matemática, da Biofísica ou de outra qualquer ciência.

É minha impressão de que o Brasil deseja o desenvolvimento gradual de uma relação semelhante entre os estabelecimentos militares e os esforços científicos e tecnológicos do País. De que a fundação deste Instituto é um passo essencial na direção de um futuro sadio; de que, embora o resultado possa ser sob alguns aspectos semelhantes, as razões determinantes desse rumo no Brasil são completamente diferentes das dos Estados Unidos da América. Espero, e estou certo de que quase todos os Srs., se não todos, esperam, que este País não tenha que desenvolver, nem produzir, nem manter, nem melhorar as armas fantásticas da guerra moderna; que não tenha que enviar satélites carregando cargas de megatons, em trajetórias em torno da Terra; que não seja obrigado a fazer aquilo que tivemos de fazer, talvez inevitavelmente, mas que de qualquer modo, fizemos.

“É minha esperança que as Forças Armadas deste País terão como sua função máxima manter o crescimento ordenado e criativo do País, seu desenvolvimento, seu senso de justiça, sua liberdade, suas tradições. Esta tem sido, eu creio, a grande função que tem tido nos anos recentes, e parecer-me-ia terrível passo atrás se tivessem que abandonar essa função em troca de operações puramente militares neste Continente.

Assim, acho que dentro dos limites que os seus recursos permitam, e que os meios do País tornem razoável, os Srs. desempenharão uma parte importante melhorando os padrões dos conhecimentos científicos e dos talentos cien-

tíficos, elevando o nível de habilidade tecnológica, levando este País inteira e pacificamente à segunda metade do século XX. para usufruir as boas coisas e para possuir os meios de progredir, como o povo deste País, e os Srs., alguns dos seus mentores, quererão.

Para consegui-lo, não há passo único que seja, bastante. No final, haverá o problema de educar mais gente, e mais completamente; no final, haverá o problema de escolas secundárias, e até de escolas primárias; no final, os Senhores enfrentarão todos os difíceis problemas de elevar o nível da sociedade a uma altura de inteira competência, não só em Ciência e Tecnologia, mas, entre outras coisas, em Ciência e Tecnologia. Não podemos, todavia, dar a tudo prioridade um, pois então não haveria prioridades; e se não começarmos por algum ponto, então discutiríamos indefinidamente sobre qual dos diversos trabalhos fazer, e nunca faríamos nenhum.

Parece-me que o passo que os Srs. Deram aqui, para imergir no coração da situação tecnológica, foi muito acertado. Pô-los-á em contacto com as indústrias deste País, com as indústrias estrangeiras; pô-los-á em contacto com os cientistas e as universidades; pô-los-á em contacto com os problemas militares e com seus problemas civis complementares. E será a maneira acertada de estar em posição de desempenhar um papel criador e importante, como a Marinha em nosso País está desempenhando, e o vem fazendo há quinze anos, estimulando o crescimento intelectual, técnico e científico do nosso povo, e de seu povo.

Tenho sentido que, apesar das dificuldades de conseguir verbas, apesar das dificuldades de atribuir prioridades relativas, este foi um passo saudável. que todos nós apreciaremos agradecidos, e onde teremos especial gratidão para com esses pioneiros que têm lutado por sua existência, talvez a luta mais difícil de todas.

Acrescentaria a tudo isso que não é suficiente apenas ter um Instituto. É necessário providenciar os jovens dos anos vindouros, que farão o seu Instituto “cantar”, e que tornarão o trabalho que aqui se fizer, digno do grande esforço que foi despendido em seu estabelecimento.

Agora pararei um pouco, e talvez possamos discutir o que já foi dito”.

Abaixo, também se transcreve as perguntas e intervenções da seleta audiência:

O Cmte. Beltrão ressaltou que um dos nossos problemas no Brasil é ter-se que gastar a verba federal imediatamente após recebê-la, isto é, no mesmo ano fiscal. Nos Estados Unidos da América, a verba federal pode ser gasta em dois anos fiscais e algumas verbas para pesquisas são empregadas sem limites de tempo. Pediu ao Dr. Oppenheimer que dissesse algo sobre isso:

– Bem, nós tivemos essa mesma dificuldade, e não tentarei explicar que é necessário tomar-se providência. O Sr. sabe disso. Mas contar-lhe-ei, aproximadamente, como aconteceu. Nos Estados Unidos da América não há uma única fonte de verbas para pesquisas. Como já disse, há as três Armas, o Exército, a Marinha, a Aeronáutica; a Comissão de Energia Atômica, a Fundação Nacional de Ciência e a Saúde Pública. Estes são os principais doadores de dinheiro para estudos científicos. Isto quanto ao Governo Federal. Há também o Governo Estadual e as indústrias e fundações particulares. A vantagem de se ter mais de uma fonte de sustento é que os melhoramentos que uma repartição possa trazer causarão melhoramentos nas outras. Se eu estivesse no seu lugar, poria minhas esperanças em que houvesse em São José dos Campos muita pesquisa ativa e que eles lutassem também por verdade pesquisa com possibilidade de aplicação por mais do que um ano. Torceria para que o Exército estabelecesse um Instituto de Pesquisas, e tentaria diversificar o apoio. Sei

que isto, é difícil, quando não há pessoal suficiente e nem dinheiro suficiente, mas no longo alcance os Srs. acharão mais fácil ter uma administração apropriada a atividades científicas se houver diversas maneiras diferentes de fazê-las. Acredito que conheça muito pouco as minúcias práticas legais e constitucionais do Brasil para saber qual é exatamente o problema, se é somente um costume, ou se há realmente obstáculos legais formais. Acho, entretanto, que um bom argumento que pode ser dito é que, se urna verba for liberada para aplicação por um ano, ela poderá ser desperdiçada, porque então ter-se-ia que gastá-la naquele ano, e se não se tiver algo bom em que gastá-la, usa-se para algo ruim. Eu usei este argumento, não com o Governo, mas com o Conselho-Curador do nosso Instituto, para que certas verbas fossem dadas sem exigir-se que fossem gastas, a fim de economizar-se. Alguém, talvez, possa persuadir os legisladores em Brasília a fazerem o mesmo.

O Prof. Ernesto de Oliveira Jr. fez algumas observações sobre as semelhanças e diferenças entre os Estados Unidos da América e o Brasil, principalmente sobre as indústrias serem capazes ou não de sustentar um programa de pesquisas. O Dr. Oppenheimer respondeu da seguinte maneira:

– Bem, eu estava a par disso e devo ajuntar que no meu País, há trinta anos atrás, nós não havíamos atingido um nível muito alto no estudo de ciências básicas e algumas indústrias, “General Electric” e “Bell Telephone”, tinham boas instalações para pesquisas, mas havia muitas que não tinham nenhuma. Hoje, para pesquisas fundamentais, o Governo Federal paga a maior parte, talvez dois terços ou três quartos. Somos, é claro, muito contra o socialismo, exceto na prática. . . E isto acontece apesar da existência de universidades, apesar da existência de fortunas particulares, apesar da existência de universidades estaduais. Se

o Governo Federal, entretanto, tivesse parado de dar dinheiro às universidades, elas hoje estariam num estágio inteiramente diferente, e assim, apesar de termos vindo por caminhos diferentes, e apesar de achar que os nossos problemas, como um todo, são bem diferentes, essas diferenças não são tantas como poderíamos imaginar. O desenvolvimento de uma indústria que seja responsável, é talvez um dos problemas mais imediatos do Brasil; e, para ser responsável, uma indústria não deve simplesmente utilizar técnicas; deve criá-las. Entendo que é propósito deste Instituto ajudar a criá-las. Não sei como dizê-lo: sei que na França e na Europa Continental as indústrias têm sido tipicamente irresponsáveis; não têm realizado pesquisas e têm usado as que os outros têm feito; mas já mudou, e um Instituto foi fundado em Paris nos moldes do de Princeton, com o apoio das indústrias europeias, e não somente das indústrias francesas, para fazer pesquisas puras em Matemática e Física abstrata, pesquisas que não trarão nenhum benefício a nenhuma indústria, em particular, mas que melhorarão o nível científico em geral. Parece-me assim possível que a situação já tenha mudado. Parece-me que o passo que os Srs. deram, isto é, criar uma dívida da parte das indústrias, pode talvez conduzir ao reconhecimento dessa dívida e à disposição de pagá-la. Sei que tudo tem que ser conseguido com dificuldade, e, em face disso, digo que os dólares gastos com uma educação e aprendizagem de nível superior são os dólares e os cruzeiros mais baratos que os Srs. podem gastar. Renderão mais juros do que quaisquer outros. Parecem muito, e são muito; mas, comparados com o que é necessário para industrializar um País, educar um povo, e até construir um País de uma maneira que seja certa, constituem uma quantia muito pequena. Sem essas pessoas, que estejam bem treinadas, que tenham resolvido problemas difíceis e que possam resolver os seus problemas, os Srs. tornarão o progresso futuro mui-

to mais difícil. O que fizemos em 150 anos, os Srs. desejam fazer em 30 ou 50. Ninguém sabe se será possível, mas estou certo de que a maneira correta de se começar é criando-se uma elite de pessoas realmente bem-educadas e competentes, às quais se possa passar o conhecimento que consegue excitar a imaginação e que permite realizar coisas. Nessas condições, apesar de persistir a questão de capital, deixa de ser um problema sem esperanças.

O Dr. Gabriel de Almeida Fialho pediu que o orador detalhasse mais sobre a contribuição que os cientistas puros trouxeram à tecnologia:

– Bem, penso que já o mencionei antes: ficou muito claro, durante a Segunda Guerra Mundial, que as pessoas que construíram o radar não eram nem engenheiros, nem cientistas aplicados. Eram pessoas que nunca tinham ouvido antes falar em problemas práticos. Nunca tinham ouvido falar em problemas de transmissão, nem medidas anti-radar, nem de direção de tiro, nem de espoletas de proximidade, ou qualquer outra coisa; estavam estudando o núcleo atômico; estavam estudando os fundamentos da Física atômica; estavam estudando Química; estavam estudando Matemática, e estas eram as pessoas que, repentinamente, se viraram e construíram máquinas que funcionavam. Não foram as indústrias, nem os engenheiros, nem os laboratórios militares, mas os cientistas mais abstratos, que saíram das universidades e fizeram esse trabalho, e muitos outros trabalhos também, inclusive a bomba atômica. Quase não havia engenheiros em Los Alamos, porque os engenheiros, naqueles dias, não conseguiam compreender o que era que estava faltando. Então, quem faz engenharia? Bem, alguém que faria um ciclotron funcionar, alguém que calcularia as transformações internas de uma estrela, e assim por diante, cientistas ultra abstratos. Ora, a Marinha reparou nisso, também o Exército e a Aeronáu-

tica, e concluíram: se quisermos ocupar uma boa posição na ciência prática, temos que partir da ciência pura. É essa, eu acredito, a razão de terem dito: “E de interesse público e nacional que se apoie a ciência pura. Os dólares que o povo paga em impostos podem e devem ser usados para esse fim”. Ora, os Srs. e eu estamos em outra posição: nós achamos que a ciência pura merece ser estudada por si mesma; é uma humanidade – assim o creio. Entretanto, não devemos esperar que nossos amigos- o povo que paga impostos – aceitem imediatamente essa nossa opinião. Haverá um período em que não acreditarão em nós. Eis porque o argumento realmente usado foi o de que uma grande atividade no campo da ciência pura, que em termos de dinheiro e gente nunca excede 5 ou 10% do esforço científico total, foi o que deu luz, esperança, talento e progresso ao empreendimento como um, todo. E eu ... eu acho que isso é verdade: quero dizer, preferiria afirmar que os Srs. devem estudar Física porque gostam, mas isto não é razão para convencer um fazendeiro a pagar imposto sobre suas ferramentas para sustentar a Física; a esses os Srs. poderão argumentar que suas ferramentas serão melhores, suas sementes melhores, sua terra melhor, se a Ciência, como um todo, for cultivada, mais do que se não o for. Talvez não para ele, talvez só para os seus filhos.

O Alte. Álvaro Alberto pediu que o orador comentasse sobre dentro de quanto tempo poderíamos começar um programa de pesquisas, nosso, incluindo algo no campo de projéteis teleguiados:

– Para nós são excessivamente caros, para qualquer outro serão pelo menos não econômicos, os projetos como o Polaris, e, possivelmente, os de viagens interplanetárias a longas distâncias; não são algo que vá afetar brevemente os empreendimentos comerciais. Tenho-lhes falado como se os

Srs. devessem fazer tudo por conta própria. Acho que não é esse o ponto. Penso que os Srs. devem ter uma atividade suficientemente boa, em Ciência e Tecnologia, para que possam participar em colaboração com todo o mundo. Nenhum país poderá fazer tudo, e certamente será muito difícil se os Srs. Estabelecerem um programa para fazerem tudo sozinhos. Mas, estar em posição de prestar colaboração, isto não é coisa para mais de uma geração, e talvez até para menos; estar em posição de fazê-lo, como se não houvesse mais ninguém no mundo, pode, certamente, levar um pouco mais de tempo. Eu diria que o nível de trabalho científico nos Estados Unidos da América mudou radicalmente nos vinte e cinco anos que se seguiram a meus tempos de estudante. Uma geração foi o suficiente para produzir uma profunda mudança e muitos fatores contribuíram para isso: o influxo de pessoas da Europa, a disponibilidade de dinheiro, o rompimento de guerras; todas essas coisas contribuíram, mas eu acho que teria acontecido de qualquer maneira, pois estávamos prontos para isso. Penso que vocês devam almejar um papel importante no progresso científico e técnico do único lugar, tudo o que se está fazendo no mundo, porque não é assim que as coisas se passam: todos nós trabalhamos juntos. O importante é ser-se capaz de trabalhar como iguais aos líderes nesse empreendimento, e não se ser, simplesmente, imitadores.

O Alte. Álvaro Alberto defendeu a conveniência de começar-se imediatamente algo no campo de projéteis teleguiados. Oppenheimer observou:

– Bem, eu penso, eu espero, que os Srs. não tenham necessidade de ter mísseis para aplicações militares. Certamente nunca os muito grandes. Não há, todavia, nenhuma razão para que hoje não haja estudos em co- operação de problemas técnicos e científicos,

usando mísseis que sejam feitos em qualquer parte, nos Estados Unidos da América, na Europa, onde quer que sejam feitos; na Rússia, se os Srs. Conseguirem obtê-los; e fazer estudos em colaboração. Estou muito convencido de que se, por exemplo, problemas de radiação cósmica, de cinturões de ionização, fossem de interesse, e os Srs. quisessem fazer aqui algum equipamento, isso se conseguiria, e os Srs. Poderiam obter resultados. Esta era uma das ideias do Ano Geofísico Internacional, que ainda continua. Agora, se as coisas forem secretas. Então talvez os Srs. tenham que fazê-las sozinhos, e aí enfrentarão um problema de verdade; mas, quando não o forem, os Srs. só terão que mandar o seu pessoal participar delas, e, se os Srs. souberem que as indústrias poderão contribuir com algumas componentes, então a sua participação é indispensável, pois é importante que as indústrias conheçam novos campos. Este é o ponto, se as coisas não forem secretas⁵.

Depois de encerrada a sessão, e de ter sido ofertada pelo Cmte. Beltrão uma pequena lembrança à Sra. Oppenheimer, disse ainda o conferencista:

– Uma situação como essa, em que se tenha que falar formalmente, pode trazer muitas limitações, porque não falo a língua dos Srs. e posso mesmo nem ter falado sobre o que gostariam de ouvir. Mas espero que todos se sintam à vontade para consultar qualquer um de nós, sobre qualquer problema em que possamos ser de alguma ajuda, porque asseguro-lhes que, entre os meus colegas nos Estados Unidos da América, há um verdadeiro e profundo desejo de acolher os nossos colegas brasileiros na comunidade mundial e em fazer tudo o que pudermos para ajudar um pouco a resolver os grandes problemas com os quais nós estamos todos confrontando.

Ao final da visita, o Dr. Oppenheimer escreveu no livro de honra do IPqM:

“With good wishes for the high success of this Institute, and with admiration for the devoted officers who had created it” (“Com votos de grande sucesso deste Instituto, e com admiração pelos devotados dirigentes que o criaram”, tradução livre do autor) (Figura 8).

4. Análise

É importante considerar, na explanação do Dr. Robert Oppenheimer no IPqM, o contexto geopolítico da época em que ele veio ao Brasil, onde o mundo vivia a Guerra Fria, a ameaça de um conflito nuclear e a bipolarização ideológica dos países sob esfera de influência ou entre os Estados Unidos da América (EUA), ou a ex-União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). O Brasil, por sua vez, adotava a tradicional diplomacia de não alinhamento automático – a despeito de ter sido um forte aliado dos EUA durante a Segunda Guerra Mundial –, de maneira a não comprometer os interesses nacionais ao ponto de limitar suas opções de cooperação com ambas as potências hegemônicas supracitadas.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Brasil não tinha todos os requisitos que permitiriam o seu alavancamento como potência global. Como explana Oliveira (2007), apesar de sua “*grande extensão territorial; posição geográfica privilegiada no hemisfério sul; grande quantidade de recursos naturais; população significativa, ainda que mal distribuída; faltava investir em fatores fundamentais como a produção industrial, capacitação tecnológica e poderio militar*” (Oliveira, 2007).

Nesse período pós-guerra, ficou nítida para os principais atores globais a importância da tecnologia para a indústria bélica. O exemplo do Projeto Manhattan e os efeitos devastadores das bombas nucleares impulsionaram os governos a valorizar de forma mais efetiva a pesquisa científica e tecnológica como estratégia política e militar, e adicionalmente como força de desenvolvimento econômico, a partir de investimento

na construção de uma Base Industrial de Defesa, o que acarretou na construção dos complexos industriais-militares (Oliveira, 2007). Em relação ao modelo adotado nos Estados Unidos, Oliveira (2007) explica que:

*[...] a ciência segue um modelo linear de desenvolvimento, que começa com a pesquisa básica, segue para a pesquisa aplicada, depois é capaz de promover desenvolvimento de produtos e operações. Esse modelo foi construído e consolidado a partir de um relatório intitulado *Science, the Endless Frontier*, escrito por Vannevar Bush, diretor do *Office of Scientific Research and Development (OSRD)*, criado pelo presidente Roosevelt durante a segunda guerra mundial. Esse relatório influenciou o mundo inteiro, criando um verdadeiro pa-*

radigma no que diz respeito aos conceitos e relacionamentos entre ciência e tecnologia (Oliveira, 2007).

Convém mencionar que Vannevar Bush (que antes de se tornar diretor do OSRD, trabalhou no MIT e esteve diretamente envolvido com o projeto de construção de computadores) não foi o criador deste modelo de desenvolvimento científico – que valoriza os investimentos em ciência básica, bem como em desenvolvimentos bélicos, e que partem do princípio de que o retorno dos investimentos tem grande possibilidade de trazer benefícios para a sociedade civil e para o incremento industrial em todos os setores produtivos. Entretanto, o seu relatório mencionado na última citação e o bem-sucedido resultado da política de Ciência & Tecnologia nos EUA, durante a Segunda Guerra Mundial, foram vitais para a popularização dessa metodologia de forma global (Oliveira, 2007).

Conforme também cita Oliveira (2007), para o governo brasileiro, esse modelo pareceu pertinente e, a partir da segunda metade do século XX, foi iniciada a criação uma estrutura de fomento que pudesse levar à formação e consolidação do complexo industrial-militar no Brasil. Val

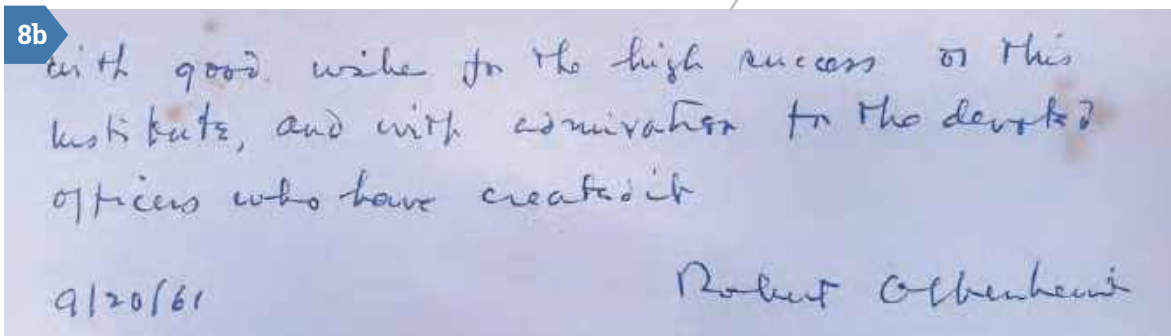
(2014) cita que em março de 1941, um comitê especial do *National Research* (Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA) realizou uma viagem pela América Latina patrocinada pelos Departamentos de Comércio e Defesa americano e brasileiro, tendo por missão “investigar as oportunidades



8a

Figuras 8

(a) Dr. Oppenheimer assinando o livro de honra do IPqM (Brasil, 1961); e (b) seus votos ao IPqM (Acervo do IPqM)



8b

para desenvolvimentos industriais cooperativos entre os Estados Unidos e outras repúblicas americanas através da aplicação de capacidades técnicas e métodos de produção norte-americanos às matérias-primas latino-americanas” (Val, 2014). Os resultados desta missão americana privilegiavam o Brasil como futuro interlocutor na região, e sugeria o envio de pesquisadores e estudantes aos EUA para apreenderem o padrão que se desenvolvia no MIT.

Inspiradas por esta influência da missão americana, foram tomadas pelas Forças Armadas Brasileiras iniciativas como: o surgimento do Instituto Militar de Tecnologia, no Exército, e da fundação da Escola Superior de Guerra (ESG), ambas em 1949; a criação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica em 1950; e a criação do Instituto de Pesquisas da Marinha, em 1959, já fruto do Acordo Militar⁶ Brasil-Estados Unidos de 1952 (FGV, 2024), onde todas estas empreitadas contaram com apoio norte-americano, conforme explica Val (2014):

O Coronel Casimiro Montenegro Filho, que esteve no MIT, entre 1941 e 1943, liderou um grupo de colegas de sua passagem pela Esco-

la Técnica de Engenharia de 1928, no grupo de estudos para instalação do Centro Técnico da Aeronáutica, cujo primeiro instituto seria o ITA. Deste, um grupo de estudos integrado pelo então capitão Ozires Lopes Silva, surgiria o projeto da estatal de aviação, Embraer. O Exército criou o Instituto Militar de Tecnologia (IMT) [...] “sob a influência norte-americana, para desenvolver programas de estudo, pesquisa e controle de materiais para a indústria”. Em 1959, dos quadros da Escola Técnica do Exército e do IMT se formaria o Instituto Militar de Engenharia (IME). A iniciativa da Marinha tomou outra vertente, sem constituir uma organização destinada da engenharia naval, e sem dúvida afinada com a conjuntura desenvolvimentista e as características da cultura militar naval, permeada pelo personalismo e tributária de figuras de proa (Val, 2014).

O Quadro 1 apresenta, de forma mais detalhada, a influência desta visão americana nas Forças Armadas do Brasil, especialmente com a ocorrência da participação efetiva dos americanos na criação dos Institutos de Ciência e Tecnologia das três Forças.

Quadro 1 – Contribuição dos EUA para a criação do ITA, IME e IPqM (dados compilados pelo autor de Brasil (2020), Brasil (2024a), Brasil (2024b), Lucena (2005) e Val(2014))

Item	Instituto	Ano de Criação	Contribuição dos EUA
1	Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)	1950	<i>A concepção do CTA surgiu em meados da década de 40, por meio da visão de Casimiro Montenegro Filho, que buscava viabilizar a ideia de uma escola e um centro de aeronáutica no Brasil. Em uma viagem que fez para conhecer o MIT, pressentiu que seu plano se demonstrava cada vez mais viável, e quando retornou ao país, começou a escrevê-lo, iniciando pela tão sonhada escola. Para isso, foi necessária a ajuda do professor Richard Harbert Smith, chefe do Departamento de Engenharia Aeronáutica do MIT e consultor do governo norte americano, que veio ao país em 1945 para verificar a viabilidade de implantação de uma organização técnica. Após diversas viagens, estudos, pesquisas, levantamentos do ensino superior e da indústria, conduzidos pelo Professor e também por Montenegro, criou-se o “Plano Smith”, que apresentava uma série de propostas e orientava todo o caminho para a concretização de uma escola de engenheiros de alta qualidade, além de uma indústria aeronáutica de alto nível (Brasil, 2020).</i>

Item	Instituto	Ano de Criação	Contribuição dos EUA
2	Instituto Militar de Engenharia (IME)	1959	<i>A história do Instituto Militar de Engenharia (IME) remonta ao ano de 1792, quando, por ordem de Dona Maria I, Rainha de Portugal, foi instalada, na cidade do Rio de Janeiro, a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, sendo a primeira escola de engenharia das Américas e terceira do mundo, sendo instalada na Casa do Trem de Artilharia, na Ponta do Calabouço, onde atualmente funciona o Museu Histórico Nacional. Estes Oficiais qualificados passaram então a lecionar na EsTE, com o mesmo programa e material didático do renomado instituto norte-americano. Já sob a influência da Missão Norte-americana, foi criado o IMT, em 08 de abril de 1949, pela Portaria Ministerial nº 64, com funcionamento em dependências da EsTE, com programas de estudo, de pesquisa e de controle de materiais para a indústria. Antevendo as futuras necessidades do país no setor nuclear, a EsTE iniciou, em 1958, um Curso de Pós-Graduação em Engenharia Nuclear, o que levou a fusão da EsTE com o IMT, em 1959, nascendo o atual IME (Brasil, 2024b) e (Lucena, 2005).</i>
3	Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM)	1959	<i>Em face do vertiginoso avanço tecnológico experimentado pelo material de emprego militar, ocorrido durante e logo após a Segunda Guerra Mundial, a Marinha do Brasil (MB), motivada pelo anseio de dotar-se de equipamentos mais modernos, a sentir a necessidade de acompanhar, de forma autôctone, o desenvolvimento tecnológico iniciado naquela época. Então, em 1951, a Marinha formou seus primeiros engenheiros navais especializados em eletrônica no estrangeiro, o que impulsionou a ideia da necessidade da criação de um laboratório para o ensaio de componentes e peças, equipamentos e sistemas utilizados nos serviços de radiolocalização e telecomunicações da Marinha, o que acabou por semear o futuro o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). Em 1953, o Almirante Paulo Nogueira Penido, então Diretor-Geral de Eletrônica da Marinha, apresentou à consideração do Ministro da Marinha, Almirante de Esquadra Renato de Almeida Guillobel, pelo ofício nº 1204/1953, a proposta concreta para a criação do laboratório de pesquisas eletrônicas. Com a aprovação desta proposta, foi solicitado pela MB o apoio da Missão Naval Americana, que enviou ao Brasil o Dr. Emmanuel R. Piore, Cientista Chefe do US Office of Naval Research, que em sua visita ao Brasil, ocorrida entre 23 a 29 de novembro de 1954. O Dr. Piore desenhou na ocasião as diretrizes mestras do atual IPqM. Mais tarde, em 1956, a Missão americana enviou outro cientista, o Dr. Allen H. Schooley, do Naval Research Laboratory (NRL), que trabalhou durante 13 meses na elaboração do programa de ação do Instituto.</i>

Outra ação de Estado de relevo, no contexto supramencionado, foi a criação, em 1951, do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), como um incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento de maneira geral, não se dissociando este órgão às preocupações do almirante Álvaro Alberto com a questão da energia nuclear (Oliveira, 2007).

Retornando a atenção à vinda ao IPqM do Dr. Oppenheimer em 1961, ele era então Diretor do *Institute for Advanced Study* (IAS), conforme citado anteriormente, e a visita teve o patrocínio da Organização dos Estados Americanos (OEA), que havia sido fundada em 1948 em Bogotá, Colômbia, com o objetivo de “promover a solidariedade e cooperação entre seus Estados-membros”, incluindo os EUA (membro principal e sede da organização), o que já denotava à visita um caráter não somente científico⁷, mas também diplomático, no sentido de se estimular

possíveis cooperações bilaterais entre o Brasil e os EUA e – como não considerar –, observacional de como estava o andamento do IPqM e como ele estava sendo utilizado pela Marinha.

Conforme extraído das explanações do Dr. Oppenheimer ao IPqM, destacam-se os seguintes pontos que o eminente cientista abordou (Brasil, 1961):

- a) *A defesa da tese de que a Ciência e Tecnologia são “a maior arma de uma Nação, o seu maior poder”;*
- b) *A evidente propaganda do modelo de desenvolvimento científico adotado pelos americanos e consoante com o Relatório de Vannevar Bush; e*
- c) *A defesa de que os países em desenvolvimento, como Brasil, focassem seus esforços em C&T nas parcerias e cooperações multinacionais, em especial com os EUA, em detrimento*

das desvantagens de assumirem os riscos da oposição de outras nações e/ou a necessidade da manutenção de sigilo para o desenvolvimento de sistemas de defesa por conta própria, conforme externado nas respostas às perguntas do Almirante Álvaro Alberto sobre o desenvolvimento no campo de projéteis teleguiados, conforme os grifos em negrito feitos pelo autor deste artigo.

É importante citar novamente que, na mesma época, a Guerra Fria e a corrida nuclear estavam em seu auge, e que os EUA, de fato, estavam preocupados com o crescimento da influência do bloco socialista nas Américas, especialmente depois da Revolução Cubana terminada em 1959, bem como com a eventual proliferação do desenvolvimento de armas nucleares por outras nações, já que o Brasil estava iniciando o seu Projeto Nuclear a partir das ultracentrífugas obtidas com a Alemanha em 1955⁸.

Embora não se possa afirmar que a visita de Oppenheimer tenha sido uma tentativa de, com seu prestígio, demover o Brasil de desenvolver armas de cunho tecnológico avançado, já que afirmou que "[...] o Brasil não deve produzir armas fantásticas e sim manter o desenvolvimento" (Brasil, 1961), suas explanações traduzem que os EUA só conseguiram atingir o status de potência hegemônica após o seu desenvolvimento científico e tecnológico autóctone alavancado nas duas guerras mundiais do século passado e que acabou conduzindo-os a vitórias decisivas nos dois conflitos.

5. Conclusão

Ao fim, o que se pode depreender da visita do Dr. Robert Oppenheimer, independente de eventuais intenções políticas e estratégicas não explícitas, e decorrentes da Guerra Fria e Ideológica daquela época, é a demonstração pragmática da vital importância da Expressão Científica-Tecnológica do Poder Nacional preconizada na Doutrina⁹ da Escola Superior de Guerra.

Se o Brasil, em sua história recente, somente adotasse uma abordagem de parcerias em CT&I com os países mais desenvolvidos, sem envolver real capacitação e internalização para nossos setores Produtivo e Acadêmico das tecnologias críticas (especialmente em Defesa), e dos conhecimentos associados, em vez de fazer suas próprias pesquisas e desenvolvimentos, estaria, de fato, correndo o risco de ser tutelado pelos interesses de outras potências hegemônicas e, também, inviabilizado para criar tecnologias e soluções nacionais, sendo um mero mal repetidor de processos limitados e parciais dessas tecnologias.

Desta forma, pelo menos pode-se afirmar que a visita do Dr. Oppenheimer (Figura 9) serviu para corroborar a visão de que para o Brasil atingir a independência tecnológica necessária para garantir a nossa soberania e o bem comum ao nosso povo, o país precisará cada vez mais incentivar e investir em educação básica, bem como formar mais cientistas e engenheiros.

O autor conclui este artigo fazendo uma reflexão adaptada da famosa frase de Rui Barbosa sobre uma nação confiar mais em seus direitos do que nos seus soldados: *uma nação que confia mais em comprar produtos e tecnologias importadas, em vez de confiar em seus cientistas e engenheiros para criá-las de forma autóctone e independente, engana-se a si mesma e prepara a sua própria queda.* 🌞



Figura 9

Dr. Oppenheimer saindo do IPqM após a visita (Acervo do IPqM)

Notas de Fim

1. Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Coordenador de Organização (IPqM-02). Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

2. O Projeto Manhattan foi um programa de pesquisa e desenvolvimento que produziu as primeiras bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial, sendo liderado pelos Estados Unidos, com o apoio do Reino Unido e Canadá.

3. Grifo nosso.

4. Grifo nosso.

5. Grifo nosso.

6. Tratado Brasil-Estados Unidos, também conhecido como Acordo Militar Brasil-Estados Unidos, foi um acordo de assistência militar assinado em 15 de março de 1952, no Rio de Janeiro, entre os dois países, com o objetivo de defender o Hemisfério Ocidental (FGV, 2024).

7. O Dr. Oppenheimer veio na condição de Diretor do “Institute for Advanced Study” (IAS), que havia sido fundado em 1930 pelo educador americano Abraham Flexner com os filantropos Louis Bamberger e Caroline Bamberger Fuld. É localizado perto da Universidade de Princeton, tem como princípio orientador a

busca do conhecimento como razão de ser única, sendo um centro independente de pesquisa teórica e investigação intelectual. Como o IAS foi estabelecido durante a ascensão do fascismo na Europa, acabou desempenhando um papel fundamental na transferência de capital intelectual da Europa para a América, por meio da influência de cientistas como Albert Einstein, J. Robert Oppenheimer, Hermann Weyl, John von Neumann e Kurt Gödel, muitos dos quais emigraram da Europa para os Estados Unidos. Como serviu de sede acadêmica de estudiosos de destaque internacional, rapidamente conquistou a sua reputação de excelência acadêmica e científica, o que mantém até hoje.

8. Álvaro Alberto foi responsável, em 1954 (USP, 2024) (ABEN, 1996), de forma secreta, pela aquisição com a Alemanha (Instituto Físico-Químico de Bonn) das primeiras três ultracentrífugas para enriquecimento de urânio do Brasil, que aqui chegaram em 1955.

9. Expressões do Poder Nacional – “O Poder Nacional deve ser sempre entendido como um todo, uno e indivisível. [...] para compreender os seus elementos estruturais, pode-se estudá-lo segundo suas manifestações, que se processam por intermédio de cinco Expressões, a saber: Política; Econômica; Psicossocial; Militar; e Científica e Tecnológica. O estudo do Poder Nacional repartido nessas cinco Expressões visa facilitar o trabalho de sua avaliação e, em consequência, de sua racional aplicação no âmbito de um processo de planejamento” (BRASIL, 2024a).

Referências:

ABEN. **Arquivo Álvaro Alberto: inventário analítico**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear, 1996. 500p.

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Livros de Estabelecimento do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM)**. Livro B2. 1959-2024 (Acervo do IPqM).

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Oppenheimer fala à Marinha**. Livro. Instituto de Pesquisas da Marinha. 1961.

BRASIL. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira. **Especial: 70 anos da criação do ITA (1ª década)**. Site da Força Aérea Brasileira. 16. mai. 2020. Disponível no site: </https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/35763/INSTITUCIONAL%20-%20Especial:%2070%20anos%20da%20cria%C3%A7%C3%A3o%20do%20ITA%20(1%C2%AA%20d%C3%A9cada)/>. Acesso em: 7. mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Escola Superior de Guerra. **Fundamentos do Poder Nacional** / [Escola Superior de Guerra]. – Rio de Janeiro: ESG, 2024. 164 p. : il. Disponível no site: </https://www.gov.br/esg/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/fundamentos-do-poder-nacional/fundamentos-do-poder-nacional-rev-2024-mac2-1.pdf/>. Acesso em: 7. mar. 2024a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Instituto Militar de Engenharia. **História do IME**. Site do Instituto Militar de Engenharia. Disponível no site: </https://www.ime.eb.mil.br/historia.html/>. Acesso em: 7. mar. 2024b.

FGV. Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC). **Acordo Militar Brasil-Estados Unidos (1952)**. Site da Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Disponível no site: </ https://www18.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/acordo-militar-brasil-estados-unidos-1952/>. Acesso em: 10. mar. 2024

LUCENA, Luiz Castelliano. Um Breve Histórico do IME - Instituto Militar de Engenharia (Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, 1792). Site do Instituto Militar de Engenharia. 2005. Disponível no site: </https://www.ime.eb.mil.br/arquivos/Noticia/historicoIME.pdf l/>. Acesso em: 07. mar. 2024.

OLIVEIRA, Nilda Nazaré Pereira. Missão Modernizadora das Forças Armadas: A Segurança Nacional e o Projeto do Brasil Potência. Projeto História, São Paulo, n.34, p. 335-346, jun. 2007. Disponível no site: </https://revistas.pucsp.br/index.php/revph/article/view/2484/1579/>. Acesso em: 07. mar. 2024.

VAL, Sylvio dos Santos. Para além do átomo: institucionalização da Ciência e Tecnologia da Marinha do Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Política da Universidade Federal Fluminense, Área de Concentração III Estudos Estratégicos, Linha de Pesquisa III: Inserção do Brasil nas Relações Internacionais e Estratégicas. 2014. Disponível no site: </https://app.uff.br/riuff/handle/1/13257/>. Acesso em: 07. mar. 2024.

USP. Arquivo Almirante Álvaro Alberto. Centro de História da Ciência e da Universidade de São Paulo. Disponível no site: </https://chc.fflch.usp.br/arquivo-almirante-alvaro-alberto/>. Acesso em: 08. mar. 2024.



Figura 1

Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva, no exercício do cargo de Diretor do IPqM (Brasil, 2024)

1

► História

Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva: O Diretor que por mais tempo conduziu o Instituto de Pesquisas da Marinha



Por CMG (EN) Ali Kamel Issmael Junior¹

insigne Chefe Naval, Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva (Figura 1), nasceu em 18 de outubro de 1919, na cidade do Rio de Janeiro, conforme o fac-símile de sua certidão de nascimento abaixo extraído do Site Family Search (Figura 2).

Ele ingressou na Escola Naval em 4 de abril de 1936, sendo declarado Guarda-Marinha em 30 de dezembro de 1939. Foi nomeado Segundo-Tenente em 31 de janeiro de 1941. Cerca de dois meses depois, foi designado para servir no Encouraçado *São Paulo*. Em 6 de novembro de 1942, foi promovido a Primeiro-Tenente, ano em que se apresentou para servir no Tender *Ceará*. Em 29 de dezembro de 1944, ascendeu ao posto de Capitão-Tenente (Brasil, 2024).

Em 20 de junho de 1945, foi colocado à disposição do Ministério da Guerra com a missão de trazer da Itália para o Brasil o 1º Escalão da Força Expedicionária Brasileira, embarcando a bordo do navio da Marinha dos Estados Unidos, USS *General Meigs* (Figura 3). Em 18 de dezembro de 1945, foi designado para a Força Naval do Nordeste, embarcando no Contrator-

pedeiro *Marcílio Dias* (Figura 4). Em 1947, foi designado Imediato do Contratorpedeiro de Escolta *Bauru* (Brasil, 2024), ilustrado na Figura 5. Ainda no posto de Capitão-Tenente, realizou em Paris os cursos de Oceanografia e Geologia Marinha na Universidade de Sorbonne; de Gravimetria e Magnetismo no Observatório de Paris; e de Biologia Marinha no Museu de História Natural (Brasil, 2024).

Em 1948, foi designado instrutor de Meteorologia e Geometria Descritiva na Escola Naval. Em 1949, apresentou-se à Diretoria de Hidrografia e Navegação para ser Ajudante de Ordens e em 1951, realizou o Curso de Meteorologia na Real Escola Naval de Meteorologia, no País de Gales.

Servindo ainda na Diretoria de Hidrografia e Navegação, exerceu a função de instrutor de Meteorologia, Oceanografia e Marés do Curso de Especialização de Oficiais Hidrógrafos. Em 22 de março de 1953, foi promovido a Capitão de Corveta (Brasil, 2024).

Em face de estudos anteriores realizados pelo então Comandante Paulo Moreira, em 1955, foi criado o Departamento de Geofísica da Direto-

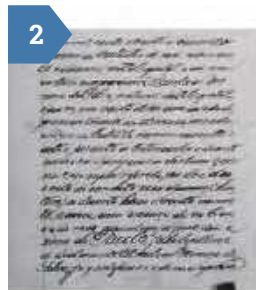


Figura 2

Livro do Cartório onde foi feito o Registro de Nascimento, sob o número 4125, de 18 de outubro de 1919, do Exmo. Sr. Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva (Site Family Search, 2024)



Figura 3

USS General M. C. Meigs (AP-116), Hampton Roads, 4 July 1944 (Wikipédia, 2024a)



Figura 4

CTE Bauru (D-18), atual Navio-Museu do Espaço Cultural da Marinha (Wikipédia, 2024b)



Figura 5

CT Marcílio Dias - M 2/D 25 (Navios de Guerra Brasileiros, 2024a)

ria de Hidrografia e Navegação, que contribuiu para o incremento do campo de atuação desse elemento organizacional naquela Diretoria.

Naquele mesmo ano, ele foi designado para servir no Gabinete do então Ministro da Marinha Almirante de Esquadra Eduardo Jordão Amorim do Valle, sendo promovido em setembro de 1955 ao posto de Capitão de Fragata (Brasil, 2024).

Entre 1956 e 1959, realizou diversas viagens no nosso mar territorial com o intuito de realizar pesquisas oceanográficas, destacando-se a criação de um projeto em que reconheceu a região de Cabo Frio, influenciada pelo fenômeno da Ressurgência, como propícia a pescados de diversas espécies, sendo a gênese do Projeto Cabo Frio, iniciado efetivamente em 1971. Destacam-se da mesma forma as atividades de pesquisas no que veio a ser, em 1957, o Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT), subordinado então à Diretoria de Hidrografia e Navegação (Brasil, 2024).

Ainda em 1959, foi designado Comandante do Navio-Oceanográfico *Almirante Saldanha* (Figura 6). Como este navio tinha sido até então um veleiro que serviu para o aprendizado dos aspirantes, durante o comando do então Capitão de Fragata Paulo Moreira, o *Almiran-*



6



7

te Saldanha passou por uma série de obras de conversão e melhoramentos, tornando-se apto para a realização de pesquisas oceanográficas, graças, em parte, aos recursos provenientes da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), da qual foi membro consultivo entre 1961 e 1968. Em 21 de setembro de 1962, foi promovido a Capitão de Mar e Guerra (Brasil, 2024).

A partir de então, acumulou com os comandos e direções exercidos no âmbito da Marinha outros cargos e representações em diversos órgãos governamentais e intergovernamentais (vide Figura 7) pelo notório conhecimento e desempenho das atividades no âmbito da Oceanografia e da Pesca. Concomitante ao comando do *Almirante Saldanha*, por exemplo, foi o primeiro Superintendente para o Desenvolvimento da Pesca, cargo vinculado ao Ministério da Agricultura, exercendo-o entre os anos de 1963 e 1964. Ainda em outubro de 1963, foi Delegado do Brasil na Conferência da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) em Roma e Paris (Brasil, 2024).



Figura 6

NE/NOc *Almirante Saldanha* – U 10/H 10 (Navios de Guerra Brasileiros, 2024a)

Figura 7

O então CMG Paulo Moreira representando o Brasil em simpósios internacionais (Acervo do IPqM)

Figura 8

Rota dos navios franceses durante a “Guerra da Lagosta” (Marcelo Andrade, 2020)

Nesse ano, uma crise diplomática entre Brasil e França, que ficou conhecida como “Guerra da Lagosta” (vide **Figura 8**), teve desfecho favorável ao Brasil, em grande parte, graças à contribuição fundamental do então Comandante Paulo Moreira. Os conhecimentos obtidos com sua formação e suas pesquisas, além das representações em eventos acadêmicos e fóruns intergovernamentais, sobre Oceanografia e alimentação proveniente da pesca, levaram-no a defender a tese de que a pesca da lagosta estava sendo ilegalmente realizada por pescadores franceses no litoral que perfazia o Saliente Nordestino no início da década de 1960, já que não havia concessão expressa por parte do governo brasileiro para tanto, conforme era definido nos diplomas internacionais da época.

Tal tese foi endossada pelo Ministério das Relações Exteriores em negociação com o governo francês, fundamentando que a posição do governo brasileiro era justa e legal, ao apreender barcos pesqueiros da França na citada região e posicionar uma Força Naval para se contrapor a um navio de guerra francês. Como cita Marcelo Andrada (2020):

Por conveniência, os franceses afirmavam que as lagostas encontradas na costa do Nordeste brasileiro eram originárias da França. Outro argumento apresentado por eles foi de que as lagostas se deslocam em expedições natatórias e que seria

seu direito pescá-las. Pelos brasileiros, foi consultado sobre o assunto o experiente oceanógrafo Comandante (depois Almirante) Paulo de Castro Moreira da Silva, da MB. Ele afirmou que a lagosta é um animal “reptante”, que tem patas para se locomover. Pelo argumento francês de que a lagosta se deslocava dando saltos e que durante esses saltos ela nadava e, portanto, deveria ser considerada como peixe, o mesmo Comandante Paulo de Castro Moreira da Silva declarou que esta argumentação era descabida e pronunciou a frase que marcou as negociações: “Por analogia, se lagosta é peixe porque se desloca dando saltos, então o cangaru é uma ave” (Marcelo Andrade, 2020).

Continuando sua carreira, o Comandante Paulo Moreira, em 1966, foi designado para servir no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), onde assumiu a função de Cientista-Chefe até 1968. Assumiu interinamente o cargo de Diretor desse Instituto entre junho e outubro de 1966. As Figuras 9 são dessa época.

Em 1968, foi Chefe da Delegação do Brasil no Colóquio sobre Investigações e Recursos do Caribe e Regiões Adjacentes em Curaçau, ano que inicia o exercício da Presidência da Fundação de Estudos do Mar (FEMAR). Em 11 de outubro de 1968, foi promovido a Contra-Almirante (Figura 10), tendo sido nomeado no ano seguinte Diretor do IPqM (Brasil, 2024).



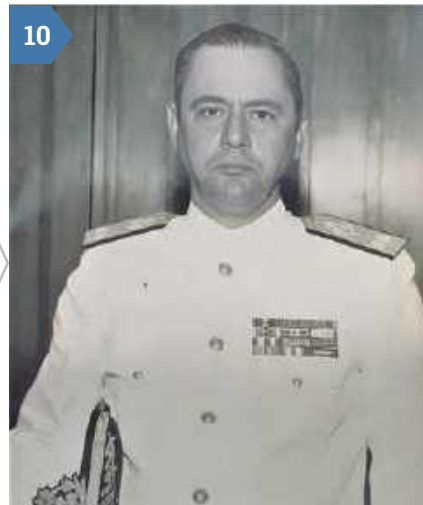
9

Figuras 9a

O então CMG Paulo Moreira quando de sua assunção como Diretor Interino do IPqM em 1966 (Acervo do IPqM)

Figura 10

CA Paulo de Castro Moreira da Silva e época de sua promoção a Contra-Almirante (Acervo do IPqM)



10

A Figura 11 ilustra a Passagem da Direção do IPqM do CA(EN) Carlos Ernesto Mesiano ao CA Paulo de Castro Moreira da Silva, em 13/5/1969.

Durante a gestão do Almirante Paulo Moreira, paralelamente às pesquisas relacionadas ao material de emprego militar, o IPqM intensificou sua atuação nas áreas de biologia marinha, energia solar, biomassa, alimentação e saúde, todas elas de grande alcance social, levando-se em consideração as carências do país naquela época. Tal a importância dos trabalhos realizados à época no IPqM, que recebia a visita de personalidades políticas e científicas de vulto, como a visita do Almirante Augusto Rademaker, líder da junta militar de governo que presidia o Brasil em 1969 (Figura 12).

Como Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha, em especial, elaborou em 1971 um projeto de reconhecimento das condições de fertilização das águas ao largo da costa no Brasil que identificou a região fronteira ao Cabo Frio, influenciada pela ressurgência, como interessante para o desenvolvimento de um empreendimento com o propósito de produzir proteínas a partir da ri-

queza natural dessas águas. O Projeto Cabo Frio, instalado em Arraial do Cabo, tinha por propósito desenvolver a fertilização das enseadas fronteiriças a Arraial do Cabo e ser uma universidade do mar, onde estudantes das diferentes profissões iriam adquirir conhecimentos oceanográficos, visando à materialização da audaciosa ideia do Almirante Paulo Moreira de conscientizar a juventude sobre a importância do oceano para a vida e para o futuro (Brasil, 2024). Além disso, a produção de energia por biodigestores (Figura 13) também foi desenvolvida durante a gestão do Almirante Paulo Moreira.

Outros feitos do Almirante Paulo Moreira nessa época foram (Brasil, 2024):

- Entre 10 e 15 de maio de 1971, foi representante do Brasil no Simpósio sobre navios nucleares realizado pela Agência Internacional de Energia Atômica em Hamburgo, na Alemanha. Em 31 de outubro de 1971, foi promovido a Vice-Almirante;
- Foi representante do Brasil na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, Suécia, ocorrida no ano de 1972;



Figura 11

Passagem da Direção do IPqM do CA(EN) Carlos Ernesto Mesiano ao CA Paulo de Castro Moreira da Silva em 13/5/1969 (Acervo do IPqM)



Figura 12

Almirante Paulo Moreira recebendo, em 1969, visita ao IPqM, do Almirante Augusto Rademaker, líder da junta militar de governo que presidia o Brasil à época (Acervo do IPqM)

Figura 13

Biodigestor desenvolvido no IPqM na década de 70 do século passado (Acervo do IPqM)

Figura 14

Capa da 1ª Edição do livro O Desafio do Mar de 1970 (Carvalho, 2019)

- Dois anos depois, foi representante do Ministério da Marinha da 4ª Reunião da Comissão Mista Teuto-Brasileira de Cooperação Científica e Tecnológica realizada em Brasília;

- A sua produção científica, reunida em cerca de 30 trabalhos, esteve voltada para os estudos oceanográficos, em especial, os atinentes à atividade pesqueira, tais como: *O Desafio do Mar*, publicado em 1970 (vide Figura 14), *Uma Política Nacional de Pesca*, publicado em 1975, *Usos do Mar*, de 1978, e *Vida e Energia*, em 1980. Ressaltam-se também as várias publicações produzidas no âmbito do IPqM acerca do fenômeno marítimo da Ressurgência.

De forma a atestar o caráter científico e isento do Almirante Paulo Moreira na defesa de nosso mar, Carvalho(2019) tece os seguintes comentários sobre o Livro *O Desafio do Mar*:

Trata-se de um livro de teor técnico, mais enciclopédico. Político no sentido de que trata dos usos comerciais dos oceanos sob um ponto de

vista mais racional, teórico, ecológico. [...] Um livro desenvolvimentista, em que os estudos sobre a utilização racional do mar, seus recursos naturais, são o assunto em questão. [...] seu livro é um conjunto de estudos sobre o mar e suas fontes de riquezas, mas sob um prisma mais racional, de explorar o mar respeitando sua capacidade de reprodução e recuperação. De explorar os recursos marítimos sem prejudicá-lo ao extremo (Carvalho, 2019).

Como resultado dessa produção científica, especialmente durante a Direção do IPqM (Figuras 15a, 15b, 15c e 15d), foi laureado com várias premiações no meio militar em âmbito nacional e internacional, a exemplo da Medalha de Oficial da Ordem Nacional do Mérito da França, e no meio civil, como o troféu “Personalidade Global” concedido pelas Organizações Globo, ambas obtidas em 1973. Além disso, ressalta-se o Título de Professor *Honoris Causa* pela Universidade Federal de Pernambuco obtido em



Figuras 15a, 15b, 15c e 15d

Vice-Almirante Paulo Moreira, atuando como Diretor do IPqM na década de 70 do século passado (Acervo do IPqM)



1976. Abaixo apresenta-se a relação de suas condecorações, medalhas e prêmios (Brasil, 2019):

- Ordem do Mérito Naval (Grau Comendador);
- Ordem do Rio Branco (Grau Comendador);
- Ordem do Mérito Militar (Grau Grande Oficial);
- Medalha Mérito Marinheiro (duas âncoras);
- Ordem do Mérito Aeronáutico (Grau Comendador);
- Ordem Nacional do Mérito da República Francesa (Grau Oficial);
- Medalha do Pacificador;
- Medalha Mérito Tamandaré;
- Medalha de Guerra (uma estrela);
- Medalha do Mérito do Engenheiro Militar;
- Medalha Militar de Platina com passador de Platina;
- Medalha Militar de Ouro com passador de Ouro;
- Medalha Militar de Prata com passador de Prata;
- Medalha Marechal Souza Aguiar;
- Medalha Marechal Caetano de Faria;
- Medalha Mérito Santos Dumont;
- Medalha de Prata do Instituto de Socorros a Náufragos;

- Troféu de Personalidade Global em Ciência e Tecnologia (O Globo e TV Globo); e
- Prêmio Tendência (Categoria de Pesquisa).

Infelizmente, o Almirante Paulo Moreira faleceu em 1º de maio de 1983 aos 63 anos de idade, ainda no exercício da Direção do IPqM, desde 1968 (cerca de 15 anos).

Fruto de seu árduo trabalho, em 26 de abril de 1984, foi criado, em Arraial do Cabo, o Instituto Nacional de Estudos do Mar (INEM), que assumiu a responsabilidade de conduzir os trabalhos relativos à biologia marinha (Projeto Cabo Frio), até então desenvolvidos no IPqM. O Almirante Paulo Moreira, que como Diretor do IPqM gerou as bases para a criação desta organização, teve prestada pela Marinha, em março de 1985, a justa homenagem de Almirantrar ao nome do INEM para Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, atual IEAPM (Figura 16).

As seguintes frases (Brasil, 2019) marcam a contribuição do Almirante Paulo Moreira para a Marinha e o Brasil:



16

Figura 16

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) (Youtube, 2024)

Figura 17

O então CMG Paulo César de Castro Moreira, Diretor do IPqM, em 1966 (Acervo do IPqM)



17

"Que nos apropriemos deste mar, com uma posse real, profunda, apaixonada e definitiva"; e

"Se não incutirmos em nossos filhos a independência de espírito que nasce de uma imaginação criadora, despatrizamos a Pátria, geramos apátridas prósperos e frustramos a aspiração do nosso País. O Poder nacional não é mais que a força de conceber um destino singular e o domínio dos meios tecnológicos para realizá-lo. Estimular a imaginação criadora passou a ser o principal de-

ver dos Estados" (discurso do Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva, ao receber, no dia 12 de junho de 1975, prêmio em São Paulo)".

Que o sorriso do Almirante Paulo Moreira registrado na última imagem deste artigo (Figura 17) seja o símbolo da alegria e do amor que esse grande militar e cientista nutria pelo Brasil, e que nos deixou como legado a sua obra indelével para a Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil com seu trabalho, em especial no IPqM. 🌞

Nota de Fim

1. Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Coordenador de Organização (IPqM-02). Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso

Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Referências:

BRASIL. Marinha do Brasil. Instituto de Pesquisas da Marinha. **Livros de Estabelecimento do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM)**. Livros. 1959-2024. (Acervo do IPqM).

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha. **Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva**. Disponível em: </https://www.marinha.mil.br/dphdm/sites/www.marinha.mil.br/dphdm/files/viceAlmirantePaulodeCastroMoreiradaSilva.pdf/>. Acesso em: 06. mar. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Sessão especial do Senado Federal em celebração do 100º aniversário do Almirante Paulo César de Castro Moreira**. 1ª SESSÃO LEGISLATIVA ORDINÁRIA DA 56ª LEGISLATURA. 201ª Sessão Especial. 22. out. 2019. Disponível em: </https://legis.senado.leg.br/escriva-servicosweb/sessao/pdf/23798/>. Acesso em: 06. mar. 2024

FAMILY SEARCH. **Paulo de Castro Moreira Da Silva**. Site Family Search. Disponível em: </https://ancestors.familysearch.org/pt/GXM1-DTW/paulo-de-castro-moreira-da-silva-1919-1983/>. Acesso em: 06. mar. 2024.

CARVALHO, Rafael Fernandes. **A Editora do Passarinho: Um estudo sobre a Editora Sabiá**. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Mestrado em Educação Tecnológica. Dissertação apresentada ao programa de Pós- Graduação e Estudos de Linguagens do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, como requisito parcial à obtenção do

título de Mestre em Estudos de Linguagens. Área de Concentração: Edição, Linguagem e Tecnologia. Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Silva de Oliveira. Belo Horizonte/MG. 2019. Disponível em: </https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo%3FidArquivo%3D2455310%26key%3D5e-2d7178fa8aa8a59ff7b342bd792723&ved=2ahUKEwit-6ZeH1o=-FAxUZpJUCHUNaC4qQFnoECBAQAQ&usg-AOvVaw15c4iDZKF_tibJMUZYCD9/>. Acesso em: 25. mar. 2024.

NAVIOS DE GUERRA BRASILEIROS. **CT Marçílio Dias - M 2/D 25**. Site Navios de Guerra Brasileiros. Disponível em: </https://www.naval.com.br/ngb/M/M027/M027.htm/>. Acesso em: 06. mar. 2024a.

NAVIOS DE GUERRA BRASILEIROS. **NE/NOc Almirante Saldanha - U 10/H 10**. Site Navios de Guerra Brasileiros. Disponível em: </https://www.naval.com.br/ngb/A/A044/A044.htm/>. Acesso em: 06. mar. 2024b.

YOUTUBE. **Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)**. Site Youtube. Disponível em: </https://www.youtube.com/channel/UCi9s2Fn1W1_VDo-niTBLivmg/>. Acesso em: 06. mar. 2024.

WIKIPÉDIA. **USS General M. C. Meigs (AP-116)**. Site Wikipédia. Disponível em: </https://pt.wikipedia.org/wiki/USS_General_M._C._Meigs_(AP-116)/>. Acesso em: 06. mar. 2024a.

WIKIPÉDIA. **CTE Bauru (D-18)**. Disponível em: </https://pt.wikipedia.org/wiki/CTE_Bauru_(D-18)/>. Acesso em: 06. mar. 2024b.



► História

Pesquisadora Lélia Bonel Ribas Moreira, um exemplo de dedicação à Ciência, Tecnologia e Inovação



Por CMG (EN) Ali Kamel Issmael Junior¹

1 – Introdução

A Pesquisadora e Professora Lélia Bonel Ribas Moreira trabalhou desde a década de 60 até início da década de 80 no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), com especial destaque no Projeto Cabo Frio, e é uma das pesquisadoras pioneiras do Instituto ainda vivas.

Este artigo pretende contar a história da Professora Lélia e das experiências vivenciadas por ela e pesquisas realizadas, em sua destacada carreira como cientista e pesquisadora, especialmente em seu trabalho pioneiro no IPqM. É a pesquisadora do sexo feminino mais antiga que se tem conhecimento na história do IPqM.

O trabalho se baseou em pesquisa bibliográfica e em depoimento colhido por e-mail com a Professora Lélia. Além de homenageá-la, este artigo tem por objetivo motivar e incentivar o surgimento de novas vocações científicas, a partir da história profissional de nossa iminente homenageada, assim como incentivar a participação feminina em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

2 – O Núcleo Familiar e a Importância de seu Apoio e Incentivo

Nascida em 2 de abril de 1942, na cidade do Rio de Janeiro/RJ, é filha do arquiteto Sr. Amaury Pinto Ribas e da farmacêutica Sra. Yara Martins Bonel Ribas (Figura 1). Segundo seu depoimento, o apoio de seus pais foi de fundamental importância para que se dedicasse ao campo científico:

“A minha maior motivação foi no final do ensino médio, estudava no Instituto Lafayette e a professora de biologia levava várias curiosidades para a sala de aula, como ouriços do mar, dessa forma tive a sorte de ter diversas experiências diferentes já além de ter tido contatos com organismos marinhos

muito interessantes, foram esses diferenciais em sala de aula que fizeram com que eu me interessasse por este caminho. Com relação aos desafios, procurei não me deixar afetar por adversidades e contratempos que a época me impunha. Mantive minha dedicação e meus objetivos sempre vendo os melhores caminhos que eu poderia seguir para desempenhar minha profissão. Aqui, não posso deixar de mencionar o apoio e a postura visionária de meus pais que me incentivavam no meu avanço acadêmico” (depoimento prestado por e-mail em 25MAR2024).

No tópico a seguir, falaremos sobre a formação acadêmica da Professora Lélia.

3 – A Formação Acadêmica

A Professora Lélia, na década de 60, fez sua graduação em História Natural, na antiga Faculdade Nacional de Filosofia, da Universidade do Brasil, hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizada à época no Largo de São Francisco, no Centro do Rio de Janeiro/RJ, junto com a antiga Escola de Engenharia. Em



Figura 1

Sr. Amaury Pinto Ribas e Sra. Yara Martins Bonel Ribas no canto inferior esquerdo da fotografia. A Professora Lélia se encontra no canto direito da fotografia (Acervo da família)

sua graduação, seu desenvolvimento no campo científico da Biologia Marinha, onde iniciou suas pesquisas científicas no âmbito dos foraminíferos recentes da plataforma continental do Estado do Rio de Janeiro.

Iniciou seu mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, quando as suas instalações ainda se encontravam no Largo de São Francisco. Durante a realização do mestrado, ocorreu a transferência de seu curso para a Ilha do Fundão, onde ela pôde testemunhar a transferência de todo o material da escola para as novas instalações.

Passando a se dedicar a área de Micropaleontologia, defendeu seu mestrado em 1973, já no novo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, nominada como “*Contribuição ao conhecimento dos foraminíferos de sedimentos recentes da plataforma continental do Estado do Rio de Janeiro: Enseada dos Anjos e adjacências - Cabo Frio*”.

A Professora Lélia teve importante papel na formação de bacharéis e licenciados em Ciências Biológicas, contribuindo para a difusão da paleontologia no estado do Rio de Janeiro, conforme citado a seguir (Melo e Cassab, 2020):

Com relação ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, podem ser consideradas como parte da primeira

geração de mulheres paleontólogas, como as apresentadas no item anterior, Maria Antonieta da Conceição Rodrigues, que se graduou em Geologia em 1968 na recém-criada Universidade Federal do Rio de Janeiro. Inicialmente, foi professora desta instituição, trabalhando com Micropaleontologia (foraminíferos), e depois, tornou-se professora da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Também devemos lembrar da atuação de Maria da Glória Pires de Carvalho, que pesquisou foraminíferos e trilobitas, e Lélia Bonel Ribas, que realizou pesquisas com foraminíferos (Melo e Cassab, 2020).

4 – A Atuação no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM)

A Professora Lélia iniciou seus trabalhos como bióloga no IPqM em 1964/1965. Com cerca de um ano trabalhando na Força, foi uma das primeiras mulheres civis a embarcar no navio de pesquisas oceanográficas *Almirante Saldanha*, conforme a reportagem do jornal *Correio da Manhã* de 2 de abril 1965 (Figura 2).

Nesta missão, a Professora Lélia foi a primeira pesquisadora de Biologia Marinha a embarcar no navio *Almirante Saldanha* da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), sob o comando do então Comandante Paulo Moreira,



Figura 2
Reportagem “Mulheres vão ao mar pela ciência”, do jornal *Correio da Manhã* de 2 de abril 1965

e desenvolveu pesquisas nos mares de Arraial do Cabo, Santos, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Uruguai. Segundo palavras da própria Dra. Lélia, no IPqM ela teve:

“A receptividade e acolhimento de toda a equipe, inclusive do Dr. Rudolf Barth, meu chefe, que me instruiu e me direcionou para o estudo dos principais organismos. Sabendo que essa instituição é de grande credibilidade e estabilidade, além de saber que no IPqM já existiam pesquisas sobre os micro-organismos do fundo do mar, todos esses fatores me ajudaram a ter clareza na escolha de entrar para o Instituto” (depoimento prestado por e-mail em 25MAR2024).

O Professor Dr. Rudolph Barth (Figura 3), citado pela Professora Lélia, foi um cientista alemão, membro titular da Academia Brasileira de Ciências, atuando como pioneiro entomólogo. Pesquisador do Instituto Oswaldo Cruz e do Instituto de Pesquisas da Marinha, Barth conduziu pesquisas que resultaram em alguns



Figura 3

Dr. Rudolph Barth (pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz e do IPqM) com ave descansando em sua mão, a bordo do então Navio-Escola Saldanha da Gama (Barth e Alvarez, 2012)

trabalhos científicos inéditos sobre a Ilha da Trindade, onde ele alertou sobre as ameaças ambientais à ilha, diagnosticou problemas ambientais e propôs soluções, além de descrever espécies endêmicas e invasoras.

Trabalhando e pesquisando no Instituto de Pesquisas da Marinha, a Professora Lélia se especializou no estudo de Plânctons e Bentos - onde se encontram os organismos classificados como Protozoários Planctônicos e Bentônicos, dentro dos protistas com Pseudópodes reticulados - e também no de fósseis atuais. Persistindo nessa área, a Professora Lélia realizou o seu Curso de Mestrado na UFRJ, sempre publicando trabalhos científicos, através de compartilhamento de dados de pesquisa, também se dedicando à formação de novos profissionais da área. Sobre essa fase de sua vida, a Professora Lélia forneceu o seguinte depoimento:

“O IPqM tinha outras finalidades, além da Biologia Marinha. E elas permitiam que os pesquisadores explorassem novas áreas do conhecimento e criassem soluções inovadoras para a melhor qualidade de vida da sociedade e outras direcionadas aos produtos militares, colocando suas aplicações em prática, o que se tornava extremamente gratificante para o pesquisador” (depoimento prestado por e-mail em 25MAR2024).

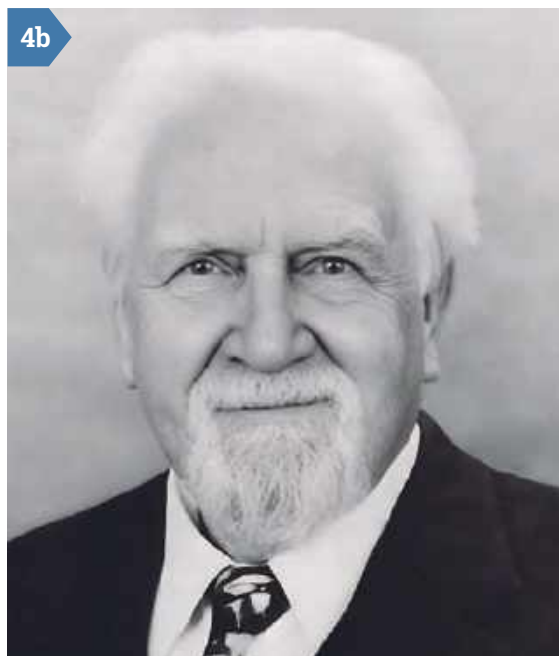
A Professora Lélia teve, naquela época, a oportunidade de participar de um projeto na Patagônia Argentina, convidada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), com vários cientistas e professores (colegas de Cuba, Uruguai, Argentina, Venezuela, Chile, do Brasil, entre outros), principalmente o Dr. Esteban Boltovskoy, especialista em foraminíferos. Esta equipe embarcou no Navio de Pesquisas *Capitán Canepa* e realizou o monitoramento mais aprimorado do litoral argentino, para futuras pesquisas. As

Figuras 4a, 4b, 4c e 4d mostram o Navio *Capitàn Canepa*, (b) o Dr. Esteban Boltovskoy; (c) a Professora Lélia a bordo do navio *Almirante Saldanha* e (d) ela na Patagônia, durante a missão mencionada.

Anda no IPqM, a Professora Lélia realizou levantamento dos foraminíferos na bacia de Angra do Reis, onde ainda seria construída a usina nuclear de Angra dos Reis. Teve também a oportunidade de, com sua formação, contribuir com o importante Projeto Cabo Frio, idealizado pelo Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva, então Diretor do IPqM, cuja vida foi dedicada profundamente ao estudo do oceano.



4a

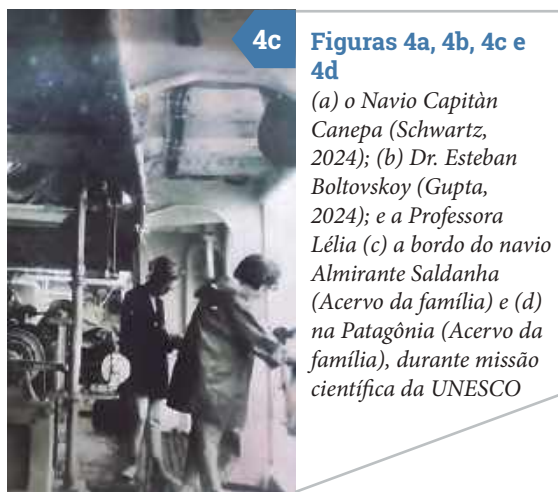


4b

Sobre a importância da dedicação e profissionalismo nas atividades de pesquisa que fez no IPqM, a Professora Lélia afirmou que “para estar sempre próxima à realidade dos meus objetivos, tive que me aprofundar nas mais atuais pesquisas à época, sempre aprimorando a excelência do meu trabalho” (depoimento prestado por e-mail em 25MAR2024).

3 – Fase Pós-IPqM: a atuação na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Após sua saída do IPqM, esteve ligada extraoficialmente com o Projeto de despoluição da Baía de Guanabara, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), com a Dra. Maria Antonieta Rodrigues. Ela contribuiu com o acompanhamento e análise da qualidade da água, do estado dos recifes de coral, da pesca e da conservação



4c Figuras 4a, 4b, 4c e 4d

(a) o Navio *Capitàn Canepa* (Schwartz, 2024); (b) Dr. Esteban Boltovskoy (Gupta, 2024); e a Professora Lélia (c) a bordo do navio *Almirante Saldanha* (Acervo da família) e (d) na Patagônia (Acervo da família), durante missão científica da UNESCO



4d

das espécies ameaçadas, entre outros aspectos relacionados à saúde e sustentabilidade dos ecossistemas marinhos.

Com a criação do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) em Arraial do Cabo, a Professora Lélia mudou o rumo de seu desenvolvimento profissional e optou por ser docente do Departamento de Paleontologia da UFRJ até se aposentar.

A Professora Lélia também fez contribuições como poetisa, através das obras “Elos de Tem-

po” e “Yamaura: Corações à Beira-Mar” (Figuras 5a, 5b e 5c).

4 – Mensagens finais da Professora Lélia e Conclusão

De forma a fechar este trabalho de forma a honrar o legado pessoal e profissional da Professora Lélia (Figuras 6 e 7), transcreve-se, a seguir, importantes mensagens deixadas por ela em sua entrevista para o autor (por e-mail em 25MAR2024):

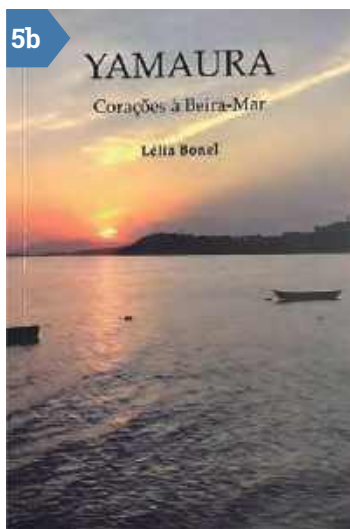
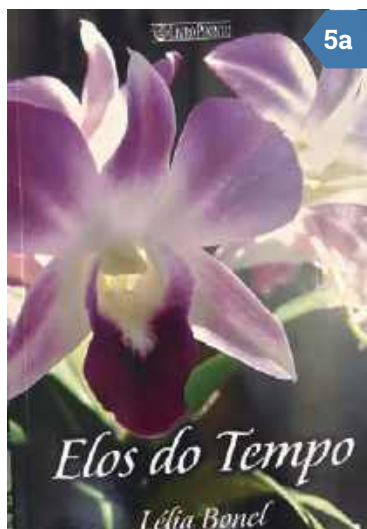


Figura 6

Pesquisadora e Professora Lélia Bonel Ribas Moreira em 2024 (Acervo da família)

Figura 7

Pesquisadora e Professora Lélia Bonel Ribas Moreira com seus filhos, a CF(CD) Martha Bonel Ribas Moreira e o Odontologista Maurício Bonel Ribas Moreira (Acervo da família)

Figuras 5a, 5b e 5c

Obras (a) “Elos de Tempo”, e (b) “Yamaura: Corações à Beira-Mar” da Professora Lélia em sua fase de poetisa (Acervo da família)

4.1 – Mensagem aos jovens:

“Primeiramente procurem manter sempre o amor à profissão e, com muita dedicação, disciplina e determinação, perseverem principalmente nas dificuldades vivenciadas com a pesquisa, a fim de cada vez mais colaborem com o progresso da ciência em prol do bem-estar da sociedade, e, para os novos pesquisadores, desvendem cada vez mais os mistérios que há no fundo dos mares. Sejam maleáveis no convívio com outros pesquisadores de diversas partes do país e fora do país. A busca do saber é algo muito desafiador e para isso é necessário aprimorar sempre seus conhecimentos, e sem dúvida nenhuma aproveitar as oportunidades que surgem além de nunca desistirem dos seus sonhos!!”

4.2 – Mensagem à Marinha do Brasil:

“A Marinha do Brasil foi e continua sendo a minha história de vida viva e memorável. Lembranças do início da minha carreira profissional no IPqM, aliadas ao meu domínio da Biologia Marinha, me proporcionaram projetos científicos, viagens expedicionárias e preceptora em estágios. Desde então lecionei para formação de novos Biólogos pois sempre considerei uma área em ascensão e viabilizando aos jovens uma mentalidade de conservação e proteção de recursos marinhos”.

4.3 – Mensagem ao IPqM:

“Em primeiro lugar, me sinto honrada pelo convite para participar do 65º aniversário do IPqM aos 82 anos de idade. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos aos meus pais, Amaury Pintor Ribas e Yara Martins Bonel Ribas. Aos meus filhos Martha Bonel Ribas Moreira, Capitão de Fragata Dentista, que por uma coincidência da vida serviu

no IPqM e Maurício Bonel Ribas Moreira, Dentista. À Maria Ludmila Reis Osório e Castro, Bióloga do IPqM, à Maria Antonieta Rodrigues, Pesquisadora do Instituto de Geociências da UFRJ. Ao Almirante Paulo Moreira que impulsionou o pioneirismo ao permitir o embarque de uma mulher em um navio da Marinha e que junto com Dr. Rudolf Barth, meu Chefe do IPqM, sempre tiveram influência positiva na minha carreira. À “Almirante” civil, Pesquisadora Eliane Gonzales Rodrigues, minha amiga e pesquisadora ímpar. Por fim, à Pesquisadora Wanda Monteiro Ribas do IPqM e amiga, ao Capitão de Mar e Guerra (EN) Ali Kamel pela paciência em transformar toda essa história neste artigo, e a Capitão de Mar e Guerra (EN) Carla de Sousa Martins, que se tornou a primeira mulher Diretora do IPqM, perpetuando-se na história dessa instituição, e idealizadora dessa homenagem, que me deixou muito emocionada”.

O autor vai se permitir concluir este artigo na primeira pessoa do plural:

– Professora Lélia, nós é que agradecemos à Senhora, e à sua família, a generosidade de nos conceder a entrevista e, mais além, de dividir conosco sua importante e prolífica vida, descritos neste trabalho. Que o exemplo da Senhora continue nos inspirando para o surgimento de mais cientistas e pesquisadores vocacionados para o nosso querido e amado Brasil! 🌞

Nota de Fim

1. *Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Coordenador de Organização (IPqM-02). Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso*

Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Referências:

BARTH, Ortrud Monika. ALVAREZ, Cristina Engel de. Rudolf Barth: um cientista pioneiro na ilha da Trindade.

Revista História, Ciências, Saúde-Manguinho. 19 (3). set. 2012a doi: 10.1590/S0104-59702012000300011. Disponível em: </https://www.scielo.br/j/hcsm/a/843bGd-Fh9G6GXJPSjkBV6YM/>. Acesso em: 25. mar. 2024.

BOLTOVSKOY, Andrés. BOLTOVSKOY, Demetrio. Pioneers of plankton research: **Esteban Boltovskoy (1912–1997)**. *Journal of Plankton Research*, Volume 44, Issue 6, November/December 2022, Pages 799–804, doi: 10.1093/plankt/fbac051. Disponível em: </https://academic.oup.com/plankt/article/44/6/799/6696147/>. Acesso em: 25. mar. 2024.

GUPTA, Barun Sen. Esteban Boltovskoy (1912– 1997). Site Research Gate. Disponível em: </https://www.re-

searchgate.net/figure/Esteban-Boltovskoy-1912-1997_fig3_261713563 />. Acesso em: 25. mar. 2024.

MELO, Diogo Jorge de. CASSAB, Rita de Cassia Tardin. Profissionalização de Mulheres Cientistas: pioneiras em Paleontologia no Rio de Janeiro, Brasil. **Revista História da Ciência e Ensino** - Construindo Interfaces. Edição v. 22 (2020) Seção Tópicos de História da Ciência. Doi: 10.23925/2178-2911.2020v22p101-123. Disponível em: </https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/50136/>. acesso em : 25. am. 2024.


SCHWARTZ, Matias. **Buque de investigación pesquera (BIP) Capitán Canepa, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)**. Site Research Gate. Disponível em: </https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Buque-de-investigacion-pesquera-BIP-Capitan-Canepa-Instituto-Nacional-de_fig1_303960564 />. Acesso em: 25. mar. 2024.



► Mídias

A presença do Instituto de Pesquisas da Marinha na Mídia Impressa Brasileira: Análise de sua visibilidade ao longo do tempo

Por SCNS Marcos Lopez Rego¹



*Salve, egrégia Marinha Brasileira
Cheia de crença, esplêndida de fé;
Grave, unida, simpática e altaneira,
Neta de Cochrane e Tamandaré!*

Penalva, 1939

1 - Introdução

Como o IPqM passou a ser destaque na mídia impressa brasileira?

A epígrafe transcrita no início deste artigo foi declamada como fechamento do longo discurso de agradecimento do Almirante Álvaro Alberto, na homenagem a ele prestada, em almoço no Clube Naval:

Realizou-se no Clube Naval o almoço oferecido pelos sócios amigos e admiradores do Almirante Álvaro Alberto, como reconhecimento dos relevantes serviços prestados à Marinha e ao Brasil, e em especial como homenagem pela sua atuação na Presidência do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) o qual recentemente deixou. (Jornal do Comércio, 4 de maio de 1955)

Em seu longo e profícuo discurso de agradecimento, transcrito na íntegra, entre outros assuntos, ele descreve o surgimento da ideia de criação de um órgão de pesquisas científicas para a Marinha, e considera o estudo do Dr. Emmanuel Piori como “um documento notável”:

“Nossa Marinha está de parabéns por tão importante e útil iniciativa, que lhe trará incalculáveis benefícios”. (Silva, 1955)

O Almirante Álvaro Alberto vivia uma fase difícil, pois havia sido substituído na presidência

do CNPq, órgão que teve a sua concepção e onde foi seu primeiro presidente. Os registros da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) destacaram que, em agosto de 1956, Juscelino Kubitschek aprovou as Diretrizes Governamentais para a Política Nacional de Energia Nuclear. Essas diretrizes, teoricamente, retomariam os princípios da política delineada pelo CNPq durante a presidência de Álvaro Alberto. Dessa forma, foram impulsionados todos os processos relacionados à política mineral no Brasil, abrangendo pesquisa, extração e beneficiamento de minerais. O governo também passou a exercer controle sobre o comércio, aquisição, armazenamento e venda, incluindo a exportação, de materiais aplicáveis no campo da energia nuclear. Por fim, foi assegurado o princípio das compensações específicas em caso de negociações entre governos. Essa decisão foi vista como uma retomada do protagonismo do Almirante Álvaro Alberto, que pode ter contribuído para a efetiva criação do IPqM (Dhenin, 2010).

Assim, antes mesmo de sua criação, o Instituto de Pesquisas da Marinha, erigido em parte dos terrenos da Estação Rádio (Figura1), começou a ser mencionado em matérias na imprensa brasileira.

No início da década de 1950, o Brasil se viu imerso em um contexto marcado pelo imperati-



1

Figura 1

Ilha do Governador, com a área do futuro Complexo Naval da Ribeira ao fundo, (1938)

vo do desenvolvimento, um desdobramento do complexo cenário da Guerra Fria. Nesse período, foram instituídos o Plano de Metas, o grupo misto BNDE-CEPAL, e diversas organizações institucionais dedicadas ao avanço do país (Klügger & Wanderley, 2022; Motoyama & Garcia, 1996). A partir da fundação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), novas iniciativas foram impulsionadas, tais como:

- Em 1949, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF;
- Em 1951, o Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq;
- Em 1952, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA;
- Em 1952, o Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA;
- Em 1953, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA;
- Em 1956, a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN;
- Em 1961, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
- Em 1961, o Instituto Nacional de Pesos e Medidas – INPM; e
- Em 1967, a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP.

A queda da ditadura do Estado Novo, a promulgação da Constituição de 1946 e o advento do Plano Marshall serviram de pano de fundo para o amadurecimento das discussões sobre planos de desenvolvimento, conforme apontado por Wanderley (2015). Sob a liderança do governo de Juscelino Kubitschek (JK), foi instituído o ambicioso Plano de Metas, centrado na industrialização e subdividido por setores, contendo 30 metas específicas. Dentre os setores contemplados estavam energia, transporte, alimentação, indústria de base e educação, cujos impactos indiretos se estendiam à saúde, siderurgia, comunicação, agricultura e habitação (Rippel, 2016). Embora o Plano de Metas tenha impulsionado o crescimento econômico do país, mar-

cando o início de uma era desenvolvimentista, suas deficiências ficaram evidentes devido à falta de fontes externas de financiamento e ao capital interno insuficiente para os projetos propostos (Rippel, 2016). É importante notar que, embora a criação de organismos de pesquisa militares não estivesse incluída no Plano de Metas, após o início das obras de construção do prédio principal do IPqM, entre 1956 e 1961, a execução foi frequentemente adiada ou até interrompida por falta de recursos financeiros, uma questão que também foi reportada pela imprensa da época.

Este estudo tem como objetivo realizar um levantamento das matérias publicadas na mídia impressa brasileira que fizeram referência ao Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), desde os primeiros estudos de viabilidade para sua construção, no início da década de 1950, até os dias atuais. Pretende-se investigar as motivações por trás da cobertura midiática do IPqM, analisando as razões que levaram à publicação de reportagens, matérias, notas, menções ou mesmo anúncios nos quais o nome do instituto foi mencionado.

Essa análise busca não apenas mapear a presença do IPqM na imprensa ao longo do tempo, mas também compreender como o instituto conquistou espaço na mídia, quais foram os principais temas abordados e como essas coberturas podem ter influenciado a percepção pública sobre as atividades e contribuições do IPqM para o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

2 - Metodologia

A busca das matérias foi realizada pela Internet em quatro sites distintos. Os acervos do Jornal *O Globo* e Revista *Veja* estão disponíveis apenas nos respectivos domínios. Em ambos, a busca pode ser realizada por década, e a partir de uma expressão ou frase exata. Foi utilizada a expressão “Instituto de Pesquisas da Marinha”, sendo o total de resultados por década apresentado no Quadro 1. Para todos os outros periódicos

utilizou-se a Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro. Trata-se da coleção digital de jornais e revistas da Biblioteca Nacional, com acesso ilimitado pela internet. O mecanismo de busca permite a seleção de frase exata, com seleção do nome do periódico nas respectivas décadas, nas quais os períodos iniciam-se no ano final 0 e terminam no ano final 9. Todas as matérias localizadas pela Hemeroteca, exceto

do jornal *O Globo* e Revista *Veja*, constam do Quadro 1. O terceiro site utilizado foi o *Google News*, que possui arquivos de todas as edições do *Jornal do Brasil* no período considerado, de 1950 a 2019. Registra-se que não foi localizada nenhuma citação posterior a 2019, tanto na Hemeroteca quanto nos acervos d’*O Globo*, da *Veja* ou no *Google News*.

<i>Periódico</i>	1950 <i>a</i> 1959	1960 <i>a</i> 1969	1970 <i>a</i> 1979	1980 <i>a</i> 1989	1990 <i>a</i> 1999	2000 <i>a</i> 2009	2010 <i>a</i> 2019	<i>Total</i>
<i>A Noite</i>	2	4	0	-	-	-	-	6
<i>Correio da Manhã</i>	10	116	30	-	-	-	-	156
<i>Diário Carioca</i>	0	9	-	-	-	-	-	9
<i>Diário de Notícias</i>	15	78	55	-	-	-	-	148
<i>O Fluminense</i>	0	6	41	7	1	1	0	56
<i>O Globo</i>	4	64	128	37	18	0	0	251
<i>O Jornal</i>	5	39	20	-	-	-	-	64
<i>Jornal do Brasil</i>	3	68	118	36	5	0	-	230
<i>Jornal do Commercio</i>	7	43	37	43	17	4	24	175
<i>Jornal dos Sports</i>	0	12	27	2	2	0	-	43
<i>Luta Democrática</i>	0	3	10	3	-	-	-	16
<i>Revista O Cruzeiro</i>	0	6	2	2	-	-	-	10
<i>Revista Manchete</i>	0	5	7	2	2	-	-	16
<i>Revista Realidade</i>	0	10	-	-	-	-	-	10
<i>Revista Veja Rio</i>	-	-	-	-	-	0	1	1
<i>Tribuna da Imprensa</i>	1	7	12	4	2	0	-	26
<i>Última Hora</i>	0	9	0	5	0	-	-	14
TOTAL	47	464	485	139	47	5	24	1231

Quadro1- Registros de matérias com o nome do IPqM

Este trabalho não tem como objetivos intermediários discutir as mudanças no setor de jornais impressos da cidade do Rio de Janeiro, antigo Distrito Federal até 1960, e Estado da Guanabara até 1975, nem apresentar considerações quanto aos respectivos posicionamentos político-ideológicos dos jornais apresentados (Motta, 2000). No entanto, é observado que houve uma considerável redução no número de jornais e revistas.

Enquanto na década de 1950 havia 16 títulos disponíveis, na década de 2010 a quantidade foi reduzida para 4 periódicos (Jornal do Commercio, O Fluminense, O Globo e Veja). Essa concentração do mercado de imprensa, citada por Abreu (2002), motivou a inclusão das informações sobre os períodos de funcionamento desses órgãos da imprensa no Quadro 2, juntamente com breves descrições de alguns deles, a seguir.

Periódico	De	Até	Tempo de existência
A Noite	1911	1964	53 anos
Correio da Manhã	1901	1974	73 anos
Diário Carioca	1928	1965	37 anos
Diário de Notícias	1930	1976	46 anos
O Fluminense	1878	em circulação	
O Globo	1925	em circulação	
O Jornal	1919	1974	55 anos
Jornal do Brasil	1891	2010 (impressa)	119 anos
Jornal do Commercio	1827	2016	189 anos
Jornal dos Sports	1931	2010	79 anos
Luta Democrática	1954	1987	33 anos
Revista O Cruzeiro	1928	1975	47 anos
Revista Manchete	1952	2000	48 anos
Revista Relidade	1966	1976	10 anos
Revista Veja	1969	em circulação	
Tribuna da Imprensa	1949	2001	52 anos
Última Hora	1951	1991	40 anos

Quadro2- Registros dos períodos de existência dos periódicos considerados

Diário Carioca: Fundado em 1928 por José Eduardo Macedo, na década de 1950 integrou o pool de jornais contrários à Última Hora, e foi extinto por insolvência em 1965. (Dantas, 1966).

O *Jornal*, *Jornal do Commercio* e a Revista *O Cruzeiro* compunham o portfólio dos Diários Associados, de propriedade de Assis Chateaubriand. O *Jornal* se intitulava como “o órgão líder dos Diários Associados”, mas foi a Revista *O Cruzeiro* que lançou um novo modelo de revista no Brasil, com ênfase no fotojornalismo. (Moraes, 1994)

Luta Democrática: Fundado em fevereiro de 1954 pelo político Tenório Cavalcanti, teve seu auge no início da década de 1960, quando, com circulação de 150 mil exemplares, alcançou a posição de 3ª maior tiragem no Rio de Janeiro.

Realidade foi uma revista lançada pela Editora Abril em abril de 1966, que circulou até março de 1976. Apresentava características inovadoras para a época, com matérias em primeira pessoa, fotos que deixavam perceber a existência do fotógrafo e design gráfico pouco tradicional. Destacou-se também por suas grandes reportagens, permitindo que o repórter vivenciasse o tema da matéria por um longo período, até a publicação.

Última Hora, fundado em 1951 pelo jornalista Samuel Wainer, alinhado ao governo do Presidente Getúlio Vargas, como “jornal de oposição à classe dirigente e a favor de um governo”. Teve edições criadas em outros estados e, depois de passar por diversos donos nas décadas de 1970 e 1980, teve suas edições encerradas em 1991.

Tribuna da Imprensa foi criado pelo jornalista e político Carlos Lacerda, com o nome da coluna que ele manteve no *Correio da Manhã* entre 1946 e 1949. Em seguida, o jornal passou para o comando do jornalista Hélio Fernandes, tendo

a sua última edição impressa em 2 de dezembro de 2008. (Leal, 2016)

Ao concluir a pesquisa nas bases de dados mencionadas anteriormente, procedemos a um levantamento adicional utilizando o site *google.com*, com foco exclusivo em referências a “notícias”. Os resultados detalhados dessa busca estão apresentados ao final do próximo capítulo. É importante ressaltar que, diferentemente das bases de dados específicas de jornais e revistas, essa busca no Google não se restringe a periódicos com frequência de circulação definida. Portanto, essas referências estão além do escopo delimitado para o presente trabalho, sendo incluídas como sugestão para investigações futuras e complementares.

3 - Análise dos dados

Conforme o Quadro 1, no total foram identificadas e catalogadas 1.231 matérias jornalísticas que continham o nome “Instituto de Pesquisas da Marinha” no seu texto, quer no título, no subtítulo ou no conteúdo. Não foi feita pesquisa com o uso da sigla IPqM. A partir da leitura inicial dos resultados, estes foram agrupados nas seguintes categorias:

- 1) Notícias sobre o projeto, criação, instalação e implantação do IPqM; com menções aos estudos iniciais, aos decretos e outros registros legais relacionados à criação, bem como à liberação de recursos orçamentários para a execução da obra do primeiro prédio;
- 2) Notícias sobre projetos e linhas de pesquisa do IPqM, com descrição de objetivos, propósitos, pesquisas, laboratórios, equipes e resultados almejados;
- 3) Notas e algumas notícias relacionadas às nomeações, substituições, designações e exonerações de pessoas, notadamente para o cargo de Diretor, Vice-Diretor e outros cargos;

- 4) Menções ao IPqM, suas linhas de pesquisa, seus projetos, laboratórios e pesquisadores em matérias sobre o desenvolvimento tecnológico do Brasil;
- 5) Menções ao IPqM como provedor de soluções ou de assessoramento em problemas brasileiros, nacionais ou locais, tais como poluição das águas, especificamente da Baía de Guanabara, redução da fome no Brasil, uso dos recursos do mar, fenômenos meteorológicos, entre outros;
- 6) Menções a cursos, palestras, seminários, encontros técnicos, mesas-redondas, quer realizados no próprio IPqM, quer realizados em outros locais, mas com participação de palestrantes oriundos do Instituto;
- 7) Anúncios do IPqM para seleção e contratação de funcionários, pesquisadores, técnicos, estagiários, em diferentes épocas e para distintos projetos;
- 8) Anúncios de licitações, concorrências, tomada de preços, pregões, ou seja, anúncios relacionados à contratação de serviços e/ou aquisição de bens.

4 - A trajetória do IPqM na mídia

As primeiras menções ao nome do IPqM surgiram no ano de 1954, com a divulgação da decisão do Almirante Amorim do Valle, então ministro da Marinha, de criar um organismo de pesquisas para a Armada (Figura 2). Essa ideia estava fundamentada em três vertentes. Primeiramente, havia o desejo da administração naval de estabelecer um centro de pesquisas para a Diretoria de Eletrônica da Marinha. Para isso, a Marinha solicitou o apoio da Missão Naval Americana, resultando no projeto de concepção do Dr. Emmanuel Piore, cientista chefe do Departamento de Pesquisas da Marinha dos Estados Unidos da América (*US Naval Research*), que delineou a linha mestra do que se tornaria o IPqM. Esse relatório apresentava um plano ambicioso de implantação, prevendo, entre outros aspectos, a contratação de 120 pesquisadores,

entre oficiais da Marinha e civis, em um prazo de cinco anos.

No ano seguinte, a Missão enviou outro cientista, Dr. Allen H. Schooley, que era proveniente do *Naval Research Lab* (NRL). Sua permanência no Brasil durou cerca de 13 meses, durante os quais desempenhou um papel crucial na consolidação dos planos e na orientação inicial para o estabelecimento do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). A presença prolongada do Dr. Schooley contribuiu significativamente para o intercâmbio de conhecimentos e tecnologias entre a Marinha do Brasil e o *Naval Research Lab*, além de fortalecer os laços de cooperação científica entre os dois países.

A década de 1950 marca um período de significativo consenso em relação à adoção de políticas econômicas voltadas para impulsionar a industrialização. Este contexto, particularmente durante o segundo governo de Getúlio Vargas (1950-1954), apresenta uma notável mudança em relação ao período do pós-Segunda Guerra Mundial e à crise do Estado Novo. Embora muitas instituições desenvolvimentistas tenham sido criadas anteriormente, é nos anos 1950 que elas começam a exercer uma atuação mais proativa. Podemos observar avanços concretos decorrentes da Comissão Mista Brasil-Estados Unidos, do Plano Nacional de Reparelhamento Econômico e da criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE). Essas iniciativas desempenharam um papel crucial no impulso ao desenvolvimento industrial do país (Silva, 2021)

Vivia-se a época do surto desenvolvimentista, dos “50 anos em cinco” e da influência da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e do economista Celso Furtado. A CEPAL desempenhou um papel significativo na disseminação de técnicas de planejamento estatal e no aprimoramento dos processos administrativos durante a fase desenvolvimentista do Brasil na década de 1950. As ideias formula-

das pela CEPAL forneceram uma base teórica para as práticas que surgiram na região desde os anos 1930, sendo amplamente acolhidas pelos estados desenvolvimentistas locais, cujas políticas eram respaldadas por este órgão das Nações Unidas. Além disso, a burguesia industrial local viu com bons olhos o apoio do estado, contribuindo para a receptividade das ideias propostas pela CEPAL (Tenorio, 2018)

Em 1955, após o suicídio de Vargas, o Almirante Álvaro Alberto encontrou um interlocutor mais receptivo em Edmundo Jordão de Amorim do Vale, que assumiu o Ministério da Marinha. Cabe ressaltar que Amorim do Vale era amigo próximo do Almirante Álvaro Alberto, então presidente do CNPq. Antes mesmo de apresentar o plano ao novo Ministro, o Almirante Penido tomou o cuidado de enviar uma carta pessoal a Álvaro Alberto, contendo um parecer detalhado sobre o assunto. Em resposta, Álvaro Alberto enviou, em 12 de março de 1955, carta de caráter pessoal, na qual destacava diversos pontos relevantes:

Recebi anteontem à noite,... a minuta do ofício em que V. encaminha a nosso comum e

querido Amigo Amorim do Valle, a proposta de sua exclusiva iniciativa, para a criação de um órgão que será o coroamento de sua invejável carreira, toda dedicada ao serviço e ao engrandecimento da Marinha.(...) A Marinha se tem mantido retraída e isolada em si mesma. Essa atitude a tem preservado de certas infiltrações corrosivas, mas a tem privado de exercer o papel a que faz jus, como decorrência do que desempenhou na gênese e consolidação da nacionalidade. (Pesquisa Naval, 2010, p. 3)

No final do ano de 1954, Jornal do Brasil, Tribuna da Imprensa, Correio da Manhã, Diário de Notícias foram alguns dos jornais que publicaram a criação do Instituto de Pesquisas da Marinha. Nos anos subsequentes apenas pequenas notas, até o início de 1959, quando o nome do IPqM volta a ser mencionado, na ocasião em que se divulga a alteração da composição da “Comissão de Instalação” do IPqM. A informação, divulgada pelo Ministro da Marinha, define os seguintes integrantes: Presidente: CMG Francisco Duque Guimarães. Membros: CF (EN) Paulo Esperidião Corei de Andrade, CF (EN) Carlos Ernesto Mesiano, CC Gabriel Emiliano

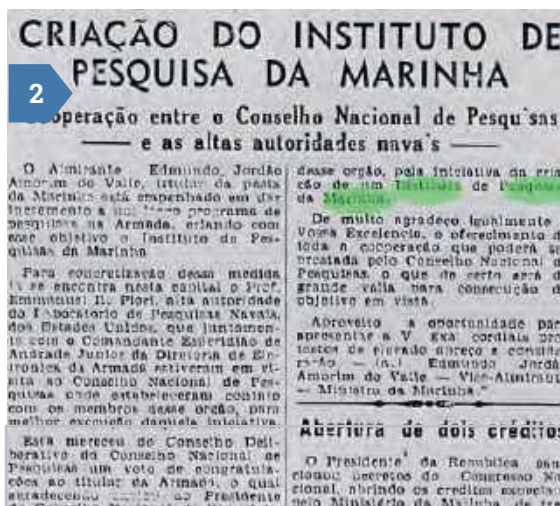


Figura 2
Jornal do Brasil, 31 de dezembro de 1954



Figura 3
Jornal do Commercio, 5 de fevereiro de 1961

de Almeida Fialho, CC José Claudio Fortes dos Santos e CC Geraldo Nunes da Silva Maia.

Em julho de 1959, os jornais noticiaram a criação do IPqM, e nos meses subsequentes outras notícias foram publicadas. O Diário Carioca divulgou trecho do Relatório Anual do Ministério da Marinha, que menciona o progresso da construção do prédio principal, denominado L-1.

Continuaram paralisados durante o ano de 1959 os trabalhos de construção e instalação do primeiro edifício do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) na Ilha do Governador. Estes trabalhos, tão auspiciosamente iniciados em 1956, foram interrompidos em 1958, por falta de recursos financeiros que perdura até a presente data. É verdade que a 29 de julho de 1959 foi finalmente transformado em lei, concedendo crédito extraordinário de 85 milhões de cruzeiros para o prosseguimento da Instalação do IPqM e início de suas atividades. Deste crédito, entretanto, nenhuma parcela foi até esta data entregue à administração naval. (Relatório do Ministério da Marinha, dez 1959)

No ano de 1960, O Diário de Notícias comunica que a Marinha definiu a subordinação do

IPqM ao Estado-Maior da Armada. Em 30 de abril, o jornal Última Hora informa que o Chefe do EMA aprovou o distintivo do Instituto, bem como outras notícias curtas surgem nos anos de 1960 e 1961. Na figura 3, matéria de capa do Jornal do Commercio de 5 de fevereiro de 1961. Em junho de 1961, o Diário Carioca na matéria “Mais moderna arma do Brasil é a ciência”, a partir da visita do Ministro da Marinha ao IPqM, descreve objetivos e estrutura:

O IPqM está sendo construído a toque de caixa, na Ilha do Governador, em extensa área da Estação Rádio-Central, cedida pela Diretoria de Eletrônica. É o mais novo órgão naval e será o primeiro constituído essencialmente de pessoal civil, integrando-o um pequeno grupo de militares do Corpo de Engenheiros e Técnicos Navais.

A grande quantidade de menções do nome “Instituto de Pesquisas da Marinha” no Jornal do Commercio pode ser atribuída à identificação de dois grupos distintos: matérias jornalísticas e anúncios de concorrência, pregões e licitações públicas. Enquanto as matérias do primeiro grupo possibilitam o acompanhamento da evolução do Instituto como objeto de notícias, no segundo grupo é possível observar um pouco da gestão



Figuras 4, 5, 6 e 7

Diário de Notícias, 30 de julho de 1961
 Jornal do Brasil, 20 de março de 1963,
 Jornal do Brasil, 11 de dezembro de 1966
 O Globo, 10 de julho de 1967



Figuras 8 e 9
O Jornal, 10 de abril de 1969 e Matéria da Revista O Cruzeiro baseada na visão do Almirante Paulo Moreira (Carneiro, 1971)

do IPqM por meio das contratações de serviços e aquisições de materiais ao longo do tempo.

As matérias jornalísticas fornecem *insights* valiosos sobre o desenvolvimento e as atividades do IPqM, oferecendo uma visão detalhada das iniciativas, pesquisas e descobertas realizadas pelo Instituto. Por outro lado, os anúncios de concorrência, pregões e licitações públicas oferecem uma perspectiva sobre a administração e as operações do IPqM, revelando os processos de contratação e aquisição que sustentam suas atividades cotidianas.

Portanto, ao analisar esses dois grupos de menções no Jornal do Commercio, é possível obter uma compreensão abrangente e multifacetada do papel e da trajetória do Instituto de Pesquisas da Marinha ao longo do tempo, como na Figura 3, com a primeira menção do nome na capa de um jornal impresso.

A visita do cientista Robert Oppenheimer foi noticiada em todos os órgãos da imprensa carioca em maio de 1961, mas nem sempre o nome do IPqM foi incluído, pois, aparentemente, a visita não fazia parte da agenda inicialmente divulgada. Tanto que a ida ao IPqM ocorreu na tarde do terceiro e último dia de intensas atividades realizadas no Rio de Janeiro por Robert Oppenheimer, considerado o pai da bomba atômica (Bird, 2005)

Em 21 de setembro de 1961, o IPqM é novamente mencionado na primeira página do Jornal do Commercio, quando da cobertura da visita do cientista Robert Oppenheimer:

Na palestra que pronunciou ontem, no Instituto de Pesquisas da Marinha (Ilha do Governador) o professor Robert Oppenheimer manifestou o desejo de que as forças armadas do Brasil não tenham que “desenvolver fábricas e fabricar armas fantásticas utilizadas na guerra moderna, nem enviar satélites com

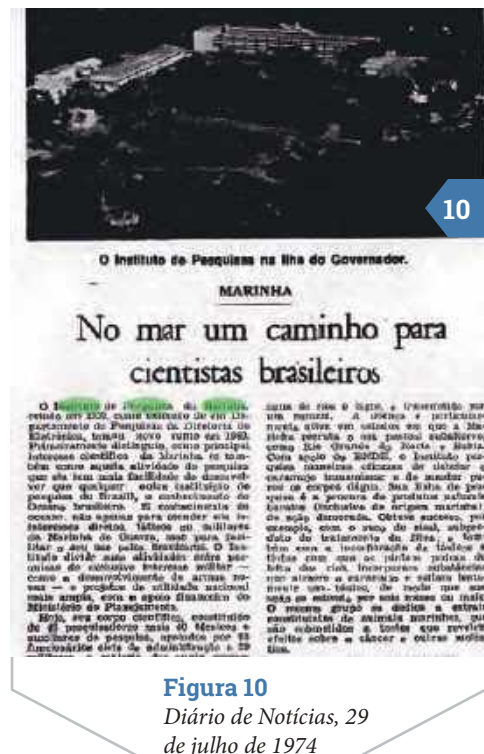


Figura 10
Diário de Notícias, 29 de julho de 1974

cargas de megatons em redor da Terra, ou fazer qualquer uma destas coisas que talvez não tivéssemos que fazer, mas que de qualquer forma as fizemos” (Jornal do Commercio, 21 de setembro de 1961, p. 1)

Em 2 de abril de 1965, o Jornal do Brasil (JB) publicou uma matéria intitulada “Navio passa a ter sereia por emblema após perder a fama de não levar mulher”. Antes de assumir o cargo de vice-diretor e, posteriormente, de diretor por mais de 14 anos, o então Comandante Paulo Moreira da Silva comandou o Navio Oceanográfico Almirante Saldanha. Durante seu comando, ele admitiu duas pesquisadoras em sua tripulação, argumentando que “já não se pode omitir a participação de mulheres nos trabalhos de pesquisas oceanográficas”. Assim, Rute Klawa, física de 25 anos, e Lélia Bonel Ribas, bióloga que completou 23 anos a bordo, foram as primeiras mulheres pesquisadoras do IPqM a embarcar em um navio da Marinha do Brasil.

As matérias da década de 1960 tinham como objetivo apresentar aos leitores o novo organismo de Pesquisas da Marinha brasileira, o que pode ser visto nas Figuras 4, 5, 6 e 7. Assim, foram produzidos textos descritivos, nos quais são apresentadas instalações, pesquisas e pessoas do IPqM:

O Instituto de Pesquisas da Marinha, construído sobre uma colina na Ilha do Governador, perto da praia da Bica, protege-se do bulício da cidade pela grande e suave encosta que o cerca.

(...) Essas e outras pesquisas se desenvolvem no Grupo de Biologia (...) enquanto isso o Dr. Barth e sua equipe trabalham dentro do laboratório ou viajando para a ilha de trindade que é um celeiro riquíssimo da flora e fauna marinhas.

Em semelhante sentido caminham os trabalhos do Grupo de Eletrônica e do Grupo de

Sonar, ambos chefiados por engenheiros muito jovens: 34 e 28 anos, respectivamente.

Em 16 de abril de 1969, O Jornal publicou um Caderno Especial com extensa reportagem sobre o IPqM, na qual estão apresentados os objetivos do IPqM à época:

- Promover, realizar e incentivar as pesquisas científicas que forem de interesse da Marinha de Guerra, tanto em seus laboratórios quanto em Universidades, Institutos ou qualquer outra atividade acadêmica, governamental ou particular, que reúna condições para a pesquisa pura;
- Auxiliar a formação e o aperfeiçoamento de pesquisadores e técnicos;
- Encorajar a criação de uma atitude científica na Marinha, visando não só a Marinha de Guerra, mas todos os setores que possam se beneficiar dos resultados dessas pesquisas.

Em seguida, apresenta-se a estrutura organizacional do Departamento de pesquisas:

- Grupo de Armamento;
- Grupo de Biologia Marinha;
- Grupo de Bioquímica;
- Grupo de Oceanografia;
- Grupo de Física-Eletrônica;
- Grupo de Química;
- Grupo de Nucleônica;
- Grupo de Sonar.

A reportagem de 1974 do Diário de Notícias nos fornece um levantamento do número de pessoal na época, embora não apresente todos os detalhes. Com 45 pesquisadores, 40 técnicos e auxiliares de pesquisa, 95 servidores da administração e 39 militares, o IPqM possuía um efetivo total de 219 pessoas. Também menciona o reposicionamento estratégico, destacando:

Primeiramente, definiu como principal interesse científico da Marinha o conhecimento do oceano brasileiro. Com isso, por meio dos grupos de Biologia Marinha, Bioquímica e Oceanografia, o Instituto iniciou estudos dedicados ao uso dos recursos oceânicos em be-

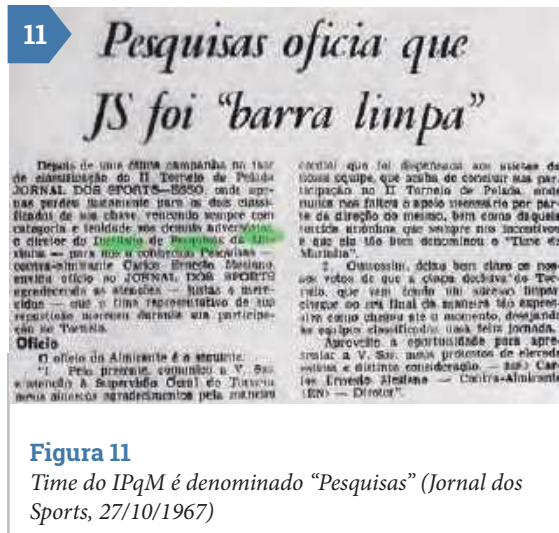


Figura 11

Time do IPQM é denominado “Pesquisas” (*Jornal dos Sports*, 27/10/1967)

nefício da população brasileira. Um dos principais projetos era o desenvolvimento de um concentrado proteico alimentar derivado de pescados, conhecido como “farinha de peixe”.

Um pouco antes, em 1971, é publicada a primeira entrevista com o Almirante Paulo Moreira da Silva, algo que se tornaria corriqueiro ao longo dos próximos 12 anos, até o seu falecimento, ainda como Diretor do IPQM. À época vivia-se a questão da extensão do mar territorial brasileiro de 12 para 200 milhas, na área hoje denominada como “Amazônia Azul”, e o entrevistado logrou explicar sua visão a respeito de alguns mitos correntes sobre o mar, incluindo o celeiro de alimentos, a exploração mineral subaquática e a extensão da soberania nacional até 200 milhas da costa. (*Cruzeiro*, 17 de fevereiro de 1971)

Dentro de 2 meses funcionará na Ilha do Governador a usina piloto que está sendo construída pelo Instituto de Pesquisas da Marinha, para produzir um concentrado de sardinhas capaz de corrigir a carência proteica das populações do Nordeste e de outras zonas interioranas do país. A fábrica, montada com recursos do Ministério da Marinha, SUDEPE e BNDE terá capacidade para extrair da sar-

dinha 15 quilos de farinha por dia, permitindo a realização de estes biológicos e fornecimento de dados para estudos de viabilidade econômica do projeto em termos industriais. (Jornal do Commercio, 9 de junho de 1971).

Ao longo de toda a década de 1970, o Almirante Paulo Moreira manteve o nome do IPQM na mídia impressa, por meio dos esforços para desenvolvimento de concentrado proteico a partir de peixe, bem como pelo Projeto Cabo Frio, iniciado pelo IPQM em 1971. As revistas semanais ilustradas, notadamente *O Cruzeiro* e *Manchete*, passam a regularmente publicar matérias de cunho ufanista, enaltecendo o progresso brasileiro na ciência, nas quais as menções ao IPQM eram costumeiras. A Revista *Manchete* inclusive publicou matérias assinadas pelo Almirante Paulo Moreira, que era citado com frequência em temáticas diversas, tais como as matérias ligadas ao mar, ao avanço da ciência & tecnologia, e até de combate à fome, por meio do concentrado proteico à base de peixe.

Em 23 de agosto de 1973, o *Diário de Notícias* publica matéria de título “Pesquisa tem ajuda de mais de 13 milhões”, pois a FINEP irá fornecer recursos para o IPQM para aplicação no Projeto Cabo Frio, de pesquisas oceanográficas, inclusive estímulo à produção de peixes, crustáceos e moluscos, mediante a adição de água oceânica, fértil e profunda. Trata-se do estudo do fenômeno da ressurgência (*sea upwelling*) no qual a subida súbita de águas profundas para a superfície traz nutrientes que fertilizam o mar, aumentando a biodiversidade nas regiões nas quais o fenômeno se manifesta. (Coelho et al, 2012)

5 - Além das pesquisas e da Marinha

Por que motivo o IPQM teria tantas menções no *Jornal dos Sports*, aquele simpático periódico impresso em papel cor-de-rosa, dedicado principalmente ao esporte, mas que também abordava concursos e vestibulares? A respos-

ta pode ser encontrada no extinto “Torneio de Pelada Jornal dos Sports”, que, ao longo de sua existência, teve pelo menos dois patrocinadores: a companhia de Petróleo Esso e o fabricante de bebidas Coca-Cola.

O Torneio de Pelada Jornal dos Sports-Esso, a partir de 1966, incluiu a participação da equipe do IPqM, com registros tanto em 1966 quanto em 1967. Em 27 de outubro de 1967, o Jornal dos Sports publicou um Ofício do Contra-Almirante Carlos Alberto Mesiano, diretor à época.

(...) meus sinceros agradecimentos pela maneira cordial que foi dispensada aos atletas da nossa equipe, que acabou de concluir sua participação no II Torneio de Pelada Jornal dos Sports-Esso, onde nunca nos faltou o apoio necessário por parte da direção do mesmo, bem como daquela torcida anônima que sempre nos incentivou e que ela tão bem denominou como o “Time da Marinha”. (Jornal dos Sports, 27 de outubro de 1967, 1º Caderno, p. 7.)

Até 1976, durante o IX Campeonato Carioca de Pelada, agora patrocinado pela Coca-Cola, foram encontrados registros esparsos da participação do time do IPqM. O time do IPqM foi inscrito na categoria “série de repartições públicas”. Além disso, outras séries incluíam equipes de “Colégios”, “Universidades”, “Estabelecimentos Comerciais”, “Bancos e Instituições Financeiras”, entre outras. Algumas das equipes participantes dessas categorias incluíam o



12

Figura 12
Matéria de O
Globo, 24/6/1991

Banco Nacional, Banco Real, Kibon, Hotel Intercontinental, Rede Ferroviária Federal, UFRJ, Correios, Fundação Getúlio Vargas, Bradesco, Banco do Brasil, entre outras.

No ano de 1977, competindo com 20 times na categoria “Repartições Públicas”, o time do IPqM alcançou o 5º lugar geral, com a Rede Ferroviária Federal conquistando o título do torneio.

Em seguida, o nome do Instituto só voltaria a aparecer no Jornal dos Sports seis anos depois, em uma menção sobre uma exposição montada pelo IPqM no Clube de Engenharia para a Semana do Meio Ambiente, em 12 de junho de 1983.

Em 1º de maio de 1983, Dia do Trabalho, o Almirante Paulo Moreira da Silva foi encontrado morto pela sua esposa Dona Gilda, na residência do casal, em Copacabana. A sua morte foi noticiada por todos os jornais no dia seguinte, bem como pela Revista Manchete. “Morre o criador da Oceanografia no Brasil”, documentou O Globo, que também publicou comunicados fúnebres da família, da turma Esperidião, do IPqM, da FEMAR, do Chefe do Estado-Maior da Armada, e do Comandante do Primeiro Distrito Naval. Na matéria, surge a informação que, entre inúmeras outras atividades, ele atuou como Assessor da SURSAN – Superintendência de Saneamento do antigo Estado da Guanabara, onde projetou o sistema de emissários submarinos para lançamento de esgotos em alto-mar, ou seja, participou do projeto do Emissário Submarino de Ipanema. No Jornal do Brasil, os mesmos anúncios fúnebres e extensa biografia do Almirante.

A morte do Almirante Paulo Moreira foi noticiada pela Revista Manchete:

Paulo de Castro Moreira da Silva morreu no Rio de Janeiro, no Dia do trabalho, e o Brasil perde assim um cientista que dedicou toda a sua vida ao trabalho da pesquisa do mar. Aos 64 anos, o vice-almirante apaixonado pelo es-

tudo das reservas da vida morreu do coração: infarto. Era diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha e presidente da Fundação de Estudos do Mar – FEMAR. (Manchete, 4 de maio de 1983)

O JB também noticiou a morte:

Muito mais um cientista do que um militar, Paulo Moreira da Silva foi o responsável pela transformação do Almirante Saldanha em navio oceanográfico e deixou o livro O desafio do mar.(...) Apesar das múltiplas atividades, ainda encontrava tempo para dar aulas e proferir conferências. (JB, 3 de maio de 1983, 1º Caderno, p. 8)

Após o falecimento do Almirante Paulo Moreira, enquanto ocupava a Direção do IPqM, a Marinha começou a alterar a estrutura do IPqM e suas áreas de atuação. As instalações do Projeto Cabo Frio, o Hotel A Ressurgência, em Arraial do Cabo, bem como os sítios de pesquisa localizados na Ilha de Cabo Frio foram desmembrados do IPqM, quando foi criado o INEM – Instituto Nacional de Estudos do Mar, em 26 de abril de 1984. Em março de 1985, o Instituto

passou a ser denominado IEAPM – Instituto de Estudos Almirante Paulo Moreira. O Almirante Maximiano, Ministro da Marinha, em entrevista ao jornal O Globo, enalteceu o trabalho do antigo diretor do IPqM, bem como apresentou o posicionamento da Marinha a respeito dos recursos com finalidade dual (tanto para o setor de defesa quanto para a sociedade):

A Marinha, pioneiramente, embora em proporções mais modestas, criou seu Instituto de Pesquisas (IPqM) que somente sobreviveu graças ao idealismo de seus diretores, dentre os quais é digno de destaque o Almirante Paulo Moreira da Silva (...)

Em relação ao IPqM, foram muito comuns as críticas quanto às suas atividades; argumentavam alguns que ele somente se dedicava à solução de problemas sem interesse direto da Marinha, como o desenvolvimento de uma farinha de peixe inodora. Tais observações, entretanto eram extremamente injustas, se considerarmos que as pesquisas de caráter militar sempre sofreram grandes restrições quanto a verbas, enquanto que, para pesquisas de interesse civil, havia apoio de outros órgãos de governo. A realidade é que um dos fatores que mais contribuíram para a sobrevivência do IPqM foi justamente a existência de recursos, embora reduzidos, para pesquisas de interesse civil. (Maximiano, 1984)

Mesmo após morte de seu diretor, o IPqM continuou sendo notícia. No dia 7 de março de 1985, o Jornal do Commercio noticiou o retorno do Navio Oceanográfico Professor Besnard de uma expedição inédita à Antártida. Ao final da matéria, é mencionada a presença feminina a bordo, representada por Hannu Suzuki, bióloga do Instituto Oceanográfico de São Paulo, e Simone Leal Ferreira, oceanógrafa do Instituto de Pesquisas da Marinha, do Rio de Janeiro. É importante ressaltar que, embora não tenha sido a primeira viagem com mulheres a bordo de navios da Marinha, essa presença é significativa,



Figura 13

Dois momentos nos quais o IPqM recorreu aos jornais para contratações de pessoal. (1962 e 1987)

demonstrando uma abertura progressiva para a participação feminina em expedições científicas.

6 - A criação da Carreira de Ciência & Tecnologia

Antes do Regime Jurídico Único, do Serviço Público Federal, complementado pela criação das Carreiras de Ciência & tecnologia, o IPqM possuía autonomia para contratação de funcionários pelo regime CLT – Consolidação das Leis do Trabalho. Na década de 1980, as remunerações de pessoal civil seguiam ao ordenamento da TAL – Tabela de Autonomia Limitada, que categorizava em Pesquisador Titular, Pesquisador Assistente e Assistente de Pesquisas, para os cargos de nível superior, divididas em cerca de 30 níveis remuneratórios. Além dos funcionários CLT, o IPqM possuía também servidores públicos estatutários, a maior parte em atividades administrativas e nos níveis médios e auxiliares.

A figura 13 ilustra, em dois momentos distintos, 1962 e 1987, alguns anúncios publicados para seleção e contratação de pessoal.

No início da década de 1990, entre 1992 e 1994, algumas menções ao Instituto foram encontradas devido ao projeto de Lei para a Criação das Carreiras de Ciência & Tecnologia, que resultou na promulgação da Lei nº 8.691, instituindo o Plano de Carreiras de Ciência e Tecnologia do Governo Federal. As matérias publicadas sobre esse tema, em geral, apresentavam um tom crítico, especialmente em relação às emendas parlamentares que visavam aumentar a quantidade de servidores públicos a serem incluídos na carreira. Essa visão negativa era refletida nas opiniões de alguns leitores, como pode ser observado no trecho a seguir, datado de 16 de julho de 1993:

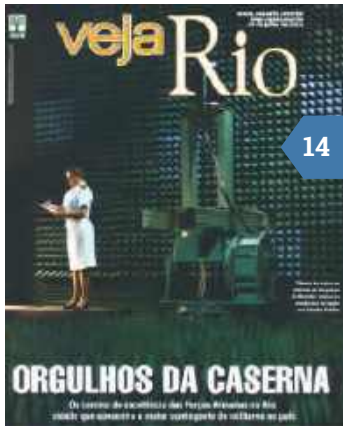
"Desejo manifestar a minha indignação (...) sobre o plano de Carreira em Ciência e Tecnologia que eleva motorista e gráficos ao grau

Em 2023, o IPqM comemorou os 30 anos da Carreira de C&T, com evento comemorativo que contou com a participação do Diretor de Pessoal da Marinha, VA Guilherme, do Diretor do CTMRJ, CA(EN) Siciliano, representantes da DPM-Brasília, SVPM, bem como dos servidores civis veteranos, convidados para a comemoração.

de cientistas e pesquisadores". JB, Carta dos leitores, 16/7/1993.

Em reportagem assinada por Daniela Schubnel em 28 de julho de 1993, de título "Trem da alegria passa no congresso", o JB deixa bem clara a sua oposição ao Projeto de Lei, que iria contribuir para um significativo aumento de gastos. Passados dois dias, em editorial o JB escreve:

Os parlamentares resolveram promover com dinheiro público uma festa pré-eleitoral para cavar votos para 1994 (...) Com seis emendas montaram o trem da alegria parlamentar. (...) O presidente Itamar Franco vetou quase tudo, mas fez uma concessão que permitirá ao Congresso, na hora de apreciar os vetos, tentar mais uma vez a imoralidade tão do agrado de deputados e senadores. (JB, editorial, 31/07/1993, 1º Caderno, página 10)



14 **Figura 14**
Câmera
anecoica do
IPqM na capa
da *Veja Rio* em
2011

Ainda que nas reportagens e editoriais próprios o JB tenha se posicionado contra o projeto, também publicou um ensaio de Carlos M. Morel na seção “Opinião”, com o título “Um plano para a Ciência”. Morel então presidente da FIOCRUZ, apresenta em seu texto conceitos e valores de certa forma similares às ideias da criação do IPqM, no início da década de 1950.

(...) o plano adota a moderna filosofia do fortalecimento institucional para o desenvolvimento deste setor, cada vez mais estratégico (grifo do autor).

O conceito de fortalecimento institucional se contrapõe à filosofia muito em voga há algumas décadas, que pregava que para se desenvolver ciência bastaria a um país apoiar os seus cientistas.

O plano aprovado adota a postura mais correta e moderna – uma ciência viva e atuante só floresce quando há decisão política do mais alto nível quando as instituições são fortalecidas como um todo.

Ele aponta que o modelo do passado, baseado em indicação de talentos individuais que ganhavam bolsas para aperfeiçoamento no exterior, não se sustenta sem uma rede de instituições de pesquisa. Para concluir, ele trata das críticas da imprensa “... o projeto aprovado pela Câmara não é um trem da alegria. Não efetiva, com ou sem concurso, um único funcionário público”.

O assunto voltaria na Seção “A Opinião dos leitores” em 30 de outubro de 1998. Um leitor menciona “(...) esse monstrengo chamado Plano de Carreira de Ciência e Tecnologia, que nasceu torto por razões genéticas e está produzindo verdadeiras catástrofes, visto que não é um plano de carreira, mas um descarrilhamento (sic) total.”

Ou seja, pela primeira vez em sua existência, o IPqM passou a integrar, na gestão das carreiras dos Servidores Civis, um conjunto de organizações governamentais federais ligadas ao desenvolvimento de Ciência e Tecnologia. Vale ressaltar que, na década de 1990, o IPqM possuía cerca de 400 servidores civis e em torno de 120 militares.

Em 2023, o IPqM comemorou os 30 anos da Carreira de C&T, com evento comemorativo que contou com a participação do Diretor de Pessoal da Marinha, VA Guilherme, do Diretor do CTMRJ, CA(EN) Siciliano, representantes da DPM-Brasília, SVPM, bem como dos servidores civis veteranos, convidados para a comemoração.

7 - Ausência da mídia nas últimas décadas

Enquanto que na década de 1980 foram localizadas 485 menções ao nome “Instituto de Pesquisas da Marinha”, na primeira década do século XXI houve redução de 98,97%, quando foram localizadas tão somente cinco menções. No entanto, este resultado é ainda pior, pois destas cinco menções, duas se referem a notícias de questões policiais envolvendo um militar do Instituto, duas referem-se à tomada de preços para licitação de serviços de transporte de pessoal, e a última um longo depoimento de José Carlos Almeida Azevedo, ex-reitor da Universidade de Brasília, que comenta, *en passant*, que exercera o cargo de vice-diretor do IPqM.

A única exceção encontra-se na Revista *Veja Rio* de 13 de julho de 2011, com a reportagem de capa “Orgulhos da Caserna”, dedicada aos centros de excelência das Forças Armadas, localizados na região do Rio de Janeiro. Na capa, a câmera anecoica do



Figuras 15 e 16

Entrada do prédio principal, início da década de 1960 (Almeida, s.d.)

Entrada Bravo do Prédio principal, início da década de 1960 (Almeida, s.d.)

IPqM, e a atual diretora CMG(EN) Carla, naquela época Encarregada do Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica. Ou seja, ainda que tenha ocupado toda a capa da revista, de circulação regional, o IPqM compartilha a matéria com outras organizações de pesquisa.

8 - Busca final no Google Notícias

Conforme mencionado na seção de Metodologia deste artigo, ao final foi realizada busca no portal Google apenas na opção "notícias". Os resultados estão sintetizados no Quadro 3, e foram incluídos tanto os nomes IPqM e "Instituto de Pesquisas da Marinha" quanto CTMRJ e "Centro tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro". Criado em 2016 como parte integrante da reestruturação da Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha, o CTMRJ ocupa hoje aquele que, de 1961 a 2019, foi o prédio principal do IPqM. É importante ressaltar que, diferentemente das bases de dados específicas de jornais e revistas, essa busca no Google não se restringe a periódicos com frequência de circulação definida. Portanto, essas referências estão além do escopo delimitado para o presente trabalho, sendo incluídas como sugestão para investigações futuras e complementares.

Nome	Quantidade de menções (Notícias)
<i>Instituto de Pesquisas da Marinha</i>	738
<i>IPqM</i>	25
<i>Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro</i>	2.410
<i>CTMRJ</i>	15

Quadro 3 - Menções pelo Google, com busca na opção "Notícias"

As menções constantes do Quadro XX, mesmo originadas após consulta no filtro "Notícias" do Google, não se limitam a jornais tradicionais. Estão incluídos sites próprios, blogs, jornais eletrônicos sem periodicidade definida, grupos de interesse específicos, dentre outros.

Após consultar as três primeiras páginas de cada uma das quatro buscas realizadas, os resultados foram os seguintes, em ordem alfabética: Academia Brasileira de Ciência, Agência FIOCRUZ de Notícias, Além do fato, Associação Brasileira de Energia Nuclear, Defesa Aérea e Naval, Defesa em Foco, Defesa Net, O Dia, Diário do Rio, Finep, Fiocruz, G1, Poder Naval, Portal da Câmara dos Deputados, Portal IN, Portal de Peri-

ódicos da Marinha, Portal R3, Portos & Navios, Sociedade Militar, Tecnodefesa, Vermelho.

A menção da Fiocruz, por meio do site da Casa de Oswaldo Cruz, despertou nossa atenção, pois se tratava de uma referência recente ao IPqM, o que parecia inconsistente com o padrão de menções, uma vez que as pesquisas com alguma relação entre Fiocruz e IPqM ocorreram até o início da década de 1980. O site inclui o Base Arch, um repositório da memória com acervos institucionais e pessoais. Esse acervo abrange os arquivos pessoais da pesquisadora Dyrce Lacombe de Almeida, que ingressou no serviço público por concurso em 1957. Todo o seu acervo foi digitalizado, incluindo fotografias. Neste diretório, estão disponíveis 10 fotografias coloridas das áreas externas do IPqM, com data provável da primeira metade da década de 1960. A figura 15 mostra a entrada BRAVO do prédio principal, com a provável pintura original. A figura 16 mostra a pérgula na entrada principal do Instituto, na qual, pelos automóveis estacionados, presume-se que essas imagens sejam da primeira metade da década de 1960.

A *Base Arch* é o repositório de informações sobre o acervo arquivístico da *Fundação Oswaldo Cruz*, representativo da história das ciências e da saúde no Brasil. A pesquisa na base apresenta resultados em diversos níveis de descrição dos 120 fundos e coleções sob a guarda do ***Departamento de Arquivo e Documentação da Casa de Oswaldo Cruz***. Estão reunidos documentos institucionais e pessoais, dos gêneros textual, iconográfico, cartográfico, sonoro, audiovisual, micrográfico e digital, que abrangem o período de 1756 até os dias atuais. (Fiocruz, 2024)

9 - De volta aos projetos da década de 1970

E quanto à farinha de peixe, teria sido mesmo um desperdício de tempo e de recursos de pesquisa? Após a morte do Almirante Paulo Moreira e a criação do Instituto de Estudos do Mar – INEM, pos-

teriormente renomeado como IEAPM, Instituto de Estudos Almirante Paulo Moreira, os projetos anteriores foram gradualmente relegados ao esquecimento, mencionados com certo desdém pelas novas tripulações por algum tempo. Além do suposto desinteresse das subseqüentes direções do IPqM a partir de 1984 pelo assunto, também não foram localizadas matérias na imprensa com algum tipo de informação ou conclusão a respeito, e, com a criação do INEM e IEAPM, o assunto foi gradativamente desaparecendo da mídia. Ou seja, o projeto que foi iniciado com grandes expectativas foi sendo esquecido e apagado da memória das novas gerações. As expectativas, à época, do concentrado proteico denominado comumente “farinha de peixe” pode ser medida por uma das primeiras menções na imprensa, feita pelo famoso escritor e cronista Rubem Braga. Em sua coluna do Diário de Notícias de 11 de setembro de 1968, ele escreveu:

“(...) ali o Instituto de Pesquisas da Marinha e a SUDEPE estão procurando obter uma farinha de peixe capaz de dar ao organismo humano as proteínas necessárias ao seu desenvolvimento, a um preço acessível. (...) É de alto mérito o esforço que está sendo feito pela equipe do Comandante Paulo Moreira da Silva”.

Na atualidade o produto é produzido mundialmente, sendo que existe a Organização Internacional da Farinha e Óleo de Peixe (*The International Fishmeal and Fish Oil Organisation – IFFO*), fundada em 1999, que atualmente conta com 251 membros, incluindo duas organizações brasileiras. As farinhas de peixe são amplamente utilizadas como ingrediente na fabricação de rações balanceadas para animais não ruminantes, sendo incluídas nas dietas de aves, suínos, peixes e animais de estimação. De acordo com a IFFO:

Alimentos de qualidade são produzidos a partir de rações de qualidade: Ingredientes marinhos são essenciais para peixes, sendo a alimentação aquática o principal mercado, seguida de suínos, aves e animais de estimação. Os ingredientes marinhos proporcionam uma nutrição superior re-

conhecida. Esses nutrientes são então repassados a uma ampla gama de mercados consumidores. (IFFO, 2024, tradução nossa)

Além disso, conforme relata a IFFO, mais de 95% da produção mundial de farinha de peixe e óleo de peixe são utilizados como rações para animais, sendo a aquicultura o maior mercado consumidor.

Quanto ao Projeto Cabo Frio, teve continuidade nas pesquisas e projetos realizados pelo IEAPM, porém sua presença na mídia impressa não foi investigada, pois não fazia parte do escopo do presente estudo.

10 - Considerações finais

“Quem construiu Tebas, a cidade de sete portas? (...) E Babilônia, tantas vezes destruída, quem a reconstruía sempre?” (Brecht, 1947).

A famosa poesia de Brecht nos lembra que, sem as pessoas que carregaram os blocos de pedras, não existiriam Tebas, Babilônia e tantas outras construções. Projetos de criação e construção de novas organizações envolvem decisões repletas de riscos e incertezas sobre o futuro. Essas decisões, por sua vez, dependem das subsequentes execuções. A partir do estudo do Dr. Emmanuel Piori e das decisões subsequentes dos líderes navais da época, iniciou-se, em algum momento da década de 1950, a construção do prédio "principal" do IPqM. Desde o ante-projeto de arquitetura, inúmeras pessoas estiveram envolvidas neste projeto: engenheiros, arquitetos, administradores, contadores, mestres de obra, carpinteiros, pedreiros, pintores. Militares e servidores civis da Marinha, acompanhados por funcionários terceirizados (termo que sequer existia à época), contribuíram para a construção da sua sede, *alma mater* do Instituto.

Ao longo de 65 anos, oficiais, praças, servidores civis, pesquisadores, tecnólogos, analistas de Ciência & Tecnologia, funcionários de empresas prestadoras de serviço, pesquisadores visitantes, estagiários – todos contribuíram de forma incremental para a continuidade de um ambiente de inovação, descobertas, independência tecnológica e progresso. Essa jornada coletiva, marcada por esforços individuais e colaborativos, construiu não apenas um edifício-sede, mas também uma

instituição de renome, reconhecida por suas contribuições para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil e para a defesa de suas águas territoriais. O IPqM tornou-se um símbolo do compromisso contínuo da Marinha do Brasil com a pesquisa, a inovação e a excelência.

Santos Filho e Cardoso (2023) revelam em pesquisa realizada nos acervos pessoais do Almirante Álvaro Alberto um tesouro único: um manuscrito datado de 1907, escrito pelo próprio autor quando ele tinha apenas 18 anos e frequentava a Escola Naval. Esse achado singular nos transporta de volta no tempo, nos conectando diretamente com a essência e os sonhos de um jovem apaixonado pelo mar e pela ciência. Através dessas páginas amareladas pelo tempo, podemos vislumbrar a chama da curiosidade, da dedicação e da visão que moldaram não apenas a trajetória desse jovem, mas também o legado que ele viria a deixar para a ciência e para a Marinha do Brasil.

É como se essas palavras, escritas há mais de um século, ecoassem a perseverança, a determinação e o espírito inovador que impulsionaram a criação do Instituto de Pesquisas da Marinha. Neste aniversário de 65 anos do IPqM, é apropriado refletir sobre como a visão de um jovem se transformou em uma instituição de renome, dedicada à pesquisa, à inovação e à defesa dos interesses marítimos do Brasil.

Assim, ao encerrar este artigo histórico, celebramos não apenas os 65 anos de criação do Instituto de Pesquisas da Marinha, mas também homenageamos o jovem visionário que deu o primeiro passo em direção a um futuro de descobertas e avanços científicos. Que possamos continuar a honrar seu legado, mantendo viva a chama da exploração, do conhecimento e da excelência científica nas águas que tanto amamos, consubstanciada por todos os homens e mulheres que passaram, passam e virão a passar por este Instituto. Afinal, a Marinha do futuro começa aqui! 🌟

MAR, Álvaro Alberto (1907, trecho)

*“(...) Somente o teu misterio – eu – desvendar consigo
E os segredos das tuas últimas cavernas!
Teu seio inda há de ser meu derradeiro abrigo
E tumulo das minhas ilusões supremas!*

Nota de Fim

1 Analista de Ciência & Tecnologia Sênior III, do Plano de Carreiras para a área de C&T da Administração Federal Direta, das Autarquias e das Fundações Federais. Serve atualmente no Instituto de Pesquisa da Marinha como Assessor de Gestão Estratégica (IPqM-01.4). Doutor em Administração de Empresas pela PUC-Rio (2010), possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Gama Filho (1985) e Mestrado em Admi-

nistração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1994). Atuou como Encarregado da Divisão de Processamento de Sinais de Sistemas de Guerra Eletrônica, de 2001 a 2019, onde trabalhou em diversos projetos de Guerra Eletrônica. É professor em tempo parcial do IAG/PUC-Rio, com atuação no Mestrado, Graduação e é Coordenador acadêmico do MBA em Gerenciamento de Projetos.

Referências:

Abreu, Alzira Alves (2002). *A modernização da imprensa (1970-2000)*. Editora Schwarcz-Companhia das Letras.

Almeida, Dyrce Lacombe. (s.d.) *Conjunto de fotografias coloridas das áreas externas do IPqM, no início da década de 1960. Casa de Oswaldo Cruz – Base Arch – Dyrce Lacombe – Formação e Administração da Carreira – Sistematização da Trajetória – Diapositivos*. Disponível em Instituto de Pesquisas da Marinha (Ipqm) - Base Arch (fiocruz.br), acesso em 23 de março de 2024.

Bird, Kai; Sherwin, Martin J. (2005). *American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer*. New York: Alfred Knopf.

Brecht, Bertold. *Selected Poems*. London: Oxford University Press, 1972.

Coelho, S., López, M., Guimarães, J., Coutinho, R., & Candella, R. (2012). Biophysical interactions in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60, 353-365.

Castro, Bernardo. (2021) Do lote ao bairro: espaços balneários em questão. *Terra Brasilis*, Revista Brasileira de História da Geografia. Disponível em <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.10169>

Carneiro, Glauco (1971) Oceano em crise: O mar não é tudo que se diz. Entrevista com o Paulo Moreira da Silva. *Revista O Cruzeiro*, edição n. 7. p. 42.

Dantas, Pedro (1966). Diário Carioca. *O Estado de São Paulo*, 1º Caderno, p. 4, 4 de janeiro de 1966.

Dhenin, Miguel Patrick (2010). *O papel das Forças Armadas no planejamento e na implantação da matriz energética brasileira: os casos do petróleo e da energia nuclear*. Dissertação de Mestrado, Niterói, UFF, ICHF-PPGEST.

FIOCRUZ, Fundação Casa de Oswaldo Cruz. *Base Arch - Repositório de informações do acervo arquivístico*. Disponível em <https://basearch.coc.fiocruz.br/>, acesso em 23/03/2024.

IFFO, *International Fishmeal and Fish Oil Organisation* – IFFO. Organização Internacional de Farinha e Óleo de Peixe. Site <https://www.iffocom/key-facts>, acesso em 23 de março de 2024.

Leal, Carlos Eduardo. (2016). Tribuna da Imprensa, em *Atlas Histórico do Brasil*. FGV CPDOC, 2016. Disponível em <https://atlas.fgv.br/verbete/6390>

Leal, Carlos Eduardo. (2016). Última Hora, em *Atlas Histórico do Brasil*. FGV CPDOC, 2016. Disponível em <https://atlas.fgv.br/verbete/6390>

Fonseca, Maximiano. (1984) Eletrônica na guerra moderna, fator sério. *Jornal do Commercio*, Rio de Janeiro, 1º. caderno, página 8, edição 00064 de 29 de dezembro de 1984.

IPqM. (1961) *Oppenheimer fala à Marinha*. Brochura, 14p. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas da Marinha.

Klüger, E., Wanderley, S., & de Freitas Barbosa, A. (2022). The ECLA-BNDE Economic Development Centre and the training of a generation of development planners in Brazil. *CEPAL Review*, 2022(136), 127-147.

Moraes, Fernando (1994) *Chatô, o Rei do Brasil*. São Paulo, Companhia das Letras.

Motoyama, Shozo; Garcia, João Carlos. (1996). *O Almirante e o novo Prometeu*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista.

Motta, M. (2000). *Saudades da Guanabara: o campo político da cidade do Rio de Janeiro 1960 -1975*. Rio de Janeiro: Editora FGV.

Penalva, Gastão (1939). *Rajada de glórias*. Rio de Janeiro: Editora A Noite.

Piore, Emmanuel R. (1955) *Recomendações sobre a organização de um Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento para o Ministério da Marinha do Brasil*, Marinha do Brasil, mimeo, 15 de janeiro de 1955.

Schubnel, Daniela. (1993) Trem da alegria passa no Congresso, *Jornal do Brasil*, 28/07/1993, 1º. caderno, p. 7

Santos Filho, Gilberto; Cardoso, Camila Martins. (2023) Álvaro Alberto: do Arquivo à vida. *Revista Brasileira de História da Ciência*, ISSN 2176-3275, 16(2), 618-631.

Silva, Álvaro Alberto Mota. Almirante Álvaro Alberto: Homeagem no Clube Naval – Os discursos pronunciados. *Jornal do Commercio do Rio de Janeiro*, 1º. caderno, p. 5, edição 00179, quarta-feira, 4 de maio de 1955.

Silva, Roberto Pereira. (2021). O debate entre Celso Furtado e Otávio Gouveia de Bulhões sobre o planejamento econômico no Brasil. *História Econômica & História de Empresas* 24(1), 65-97.

Tenório, F; Wanderley, S. (2018). Celso Furtado: um economista a serviço da gestão pública (1943-1964). *Revista de Administração Pública*, 52(6), 507-526.

Wanderley, S. (2015) *Desenvolvimento(ism)o, descolonialidade e a geo-história da administração no Brasil: a atuação da CEPAL e do ISEB como instituições de ensino e pesquisa em nível de pós-graduação*. Tese de Doutorado.

► Grupos de Pesquisas

Grupo de Sistemas de Armas do Instituto de Pesquisas da Marinha

Por CF (EN) Ronny Réverson Oliveira Alves¹



1. Introdução

O Grupo de Sistemas de Armas do IPqM existe, praticamente, desde a criação do Instituto. De fato, a sua existência como célula organizacional responsável pela área de Armamento já fazia parte dos planejamentos da Administração Naval bem antes do IPqM ter sido concluído, conforme o Plano Proposto para a Organização das Pesquisas na Marinha do Brasil, baseado nas recomendações do Relatório do Dr. E.R. Piore, primeiro cientista do Office Naval Research U.S.A., de 15 de janeiro de 1955, cujo organograma proposto é apresentado na Figura 1.

O Grupo teve várias denominações como Seção de Armamento, Grupo de Armamento, Grupo de Armas, até chegar ao seu nome atual como Grupo de Sistemas de Armas e cuja missão, estabelecida pelo Regimento Interno da OM, é:

“Compete, especificamente, coordenar as atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de prestação de serviços tecnológicos a eles atribuídas, bem como zelar pelo cumprimento dos planejamentos dos projetos, respeitando os orçamentos e prazos aprovados pelo Escritório de Projetos.” (BRASIL, 2018)

Ao lado apresentamos os Encarregados do Grupo de Sistemas de Armas, considerando desde a fundação do IPqM.

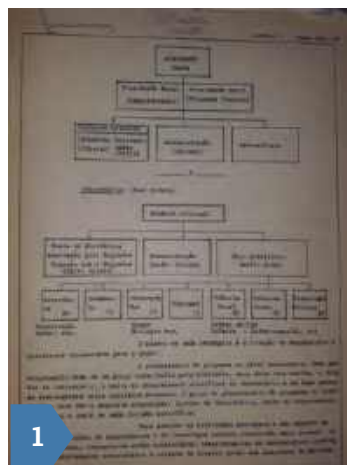


Figura 1

Fac-símile do Plano Proposto para a Organização das Pesquisas na Marinha do Brasil, baseado nas recomendações do Relatório do Dr. E.R. Piore, primeiro cientista do Office Naval Research U.S.A., de 15 de janeiro de 1955

Encarregados do Grupo de Sistema de Armas

CF Ronaldo Fiúza de Castro 1985-1986

CF Aloísio Gomes Selles 1986-1990

CF (EN) Alexandre Frederico Gonçalves de Melo 1990-1993

CF (EN) Carlos Passos Benzerril 1993-1998

CF (EN) José Geraldo Pereira Barbosa 1998-1998

CF (EN) Roberto Marcelo Moura dos Santos 1998-2001

CF Vladimir Bravo Jabulka 2001-2001

CF (EN) Álvaro Luis de Souza Alves Pinto 2001-2003

CF Benedito Cezar Gomes de Melo 2003-2005

CF (EN) Alexandre de Assis Motta 2005-2008

CF (EN) Guilherme da Silva Sineiro 2008-2009

Engenheiro Vicente Roberto Moreira Linhares 2009-2010

CF (EN) Adriano Guedes de Carvalho 2013-2018

CF (EN) Ali Kamel Issmael Junior 2018-2019

CF (EN) Marcio de Melo Silva 2019-2023

CF (EN) Alexandre Bazyl Zacarias de França 2023-2024

CF (EN) Ronny Réverson Oliveira Alves 2024-Atual

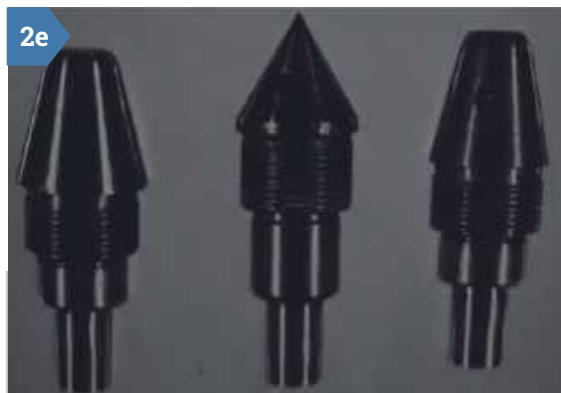
*postos à época"

2. Projetos desenvolvidos

No decorrer desses 65 anos do Instituto de Pesquisas da Marinha, diversos projetos foram capitaneados pelo IPqM-11. Abaixo apresentamos alguns deles.

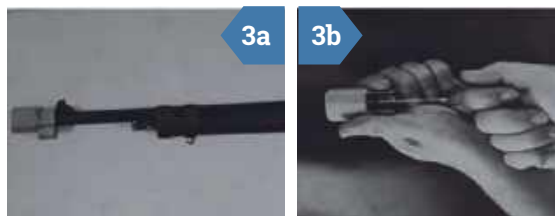
2.1. Os primeiros 30 anos - Anos 60, 70 e 80

Como uma Organização voltada à pesquisa, foram desenvolvidos projetos pioneiros e inovado-



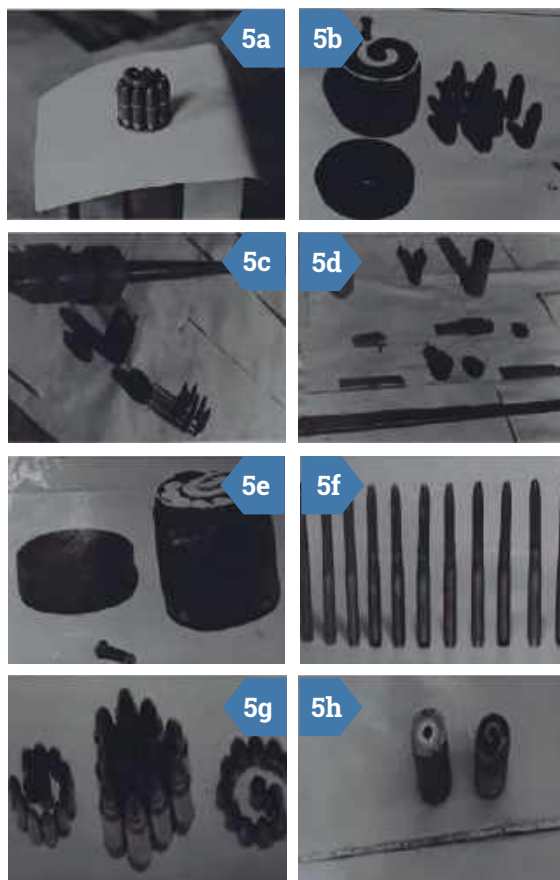
Figuras 2a, 2b, 2c, 2d e 2e
Espoletas de Liquoiniciação

res em seu princípio. Além de dispositivos que se utilizavam tradicionalmente da energia gerada por materiais explosivos, fumígenos ou pirotécnicos, também foram testadas e pesquisadas inovações na área de explosões por pressão hidrostática. Sempre buscando atender aos anseios do Setor Operativo da Força Naval. Na área de navegação, já se testavam protótipos de sistemas de navegação inercial e agulhas giroscópicas desenvolvidas de forma autóctone no Instituto.



Figuras 3a, 3b e 3c
Pirotécnicos

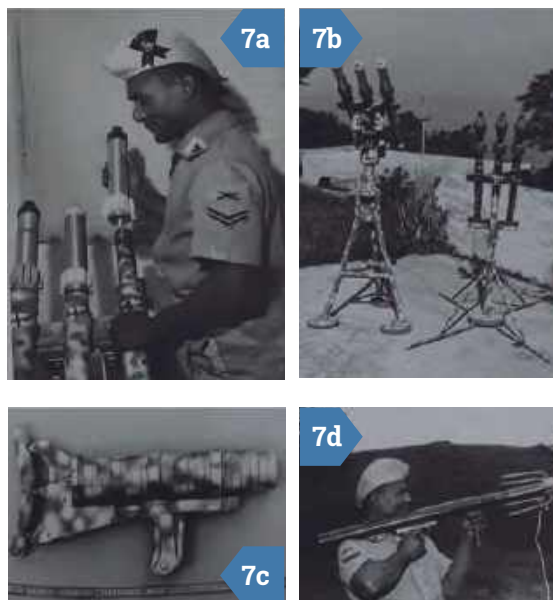
Figura 4
Canhão de Tiro Rápido (TR)



Figuras 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g e 5h
Munição e Carregador para Canhão de Tiro Rápido (TR)



Figuras 6a e 6b
Canhão de Tiro Rápido (TR) de 20mm



Figuras 7a, 7b, 7c e 7d
Lançador sem Recuo para Granadas e Garateias



Figuras 8a, 8b e 8c
Simuladores de Tiro - (a) Obus 75 mm; (b) Rojão 2,36°; e (c) Morteiro

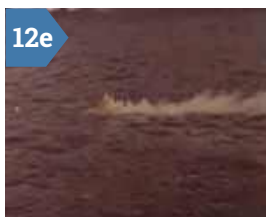
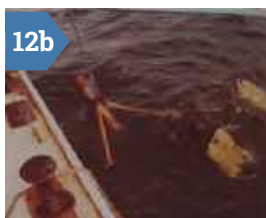


Figuras 9, 10 e 11

Âncoras Explosivas

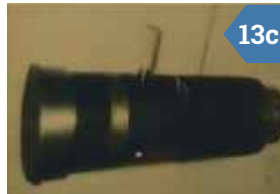
Invólucro de Bombardeio para Aeronaves de Asa Rotativa e

Demonstração do Lançador sem Recuo pelo Dr. Zettl



Figuras 12a, 12b, 12c, 12d e 12e

Teste com a Granada Fumígena para Uso em Submarinos



Figuras 13a, 13b, 13c, 13d, 13e e 13f

Artefatos Bélicos Fumígenos



Figuras 14a e 14b

Teste de Sistema de Navegação Inercial com Giroscópios

2.2. Os últimos 30 anos - Anos 90, 2000 e atualidade

No final do século passado e neste início de século XXI, o IPqM acompanhou as evoluções no campo do armamento e navegação e incorporou as novas tecnologias nas áreas de sensores, instrumentação, controle, eletrônica e computação, agregando valor aos seus produtos como a programação eletrônica para instalação e detonação de minas, controle eletrônico, estabilização automática de plataformas, aquisição e processamento automático de dados de sensores e sistemas inerciais, inserção de algum grau de inteligência artificial, sistemas marítimos não tripulados, entre outras inovações em seus produtos.



Figura 15

Mina de Fundeio de Contato MFC-01/100

Figura 16

Minas de Casco Temporizado MCT-01/100

Figura 17

Mina de Fundeio de Influência MFI-01/100



Figuras 18a, 18b, 18c e 18d

(a) Mina de Fundo (MF) de Casco de Ferro Fundido; (b) e (c) Modernização do Cabeçote Eletrônico da MF; e (d) Teste de Embarque em Submarino Classe Tupi

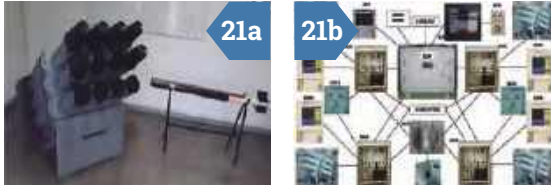


Figuras 19a e 19b

Plataforma Giroestabilizada (PGE)

Figuras 20a, 20b, 20c, 20d, 20e e 20f

Sistema Integrado de Navegação Inercial para Veículos Submarinos Autônomos - Projeto SINVSA



Figuras 21a e 21b

(a) Sistema de Lançamento para Despistadores de Mísseis Mod I (SLDM-A) MOD1 e Munição Chaff; e (b) Componentes do SLDM-A

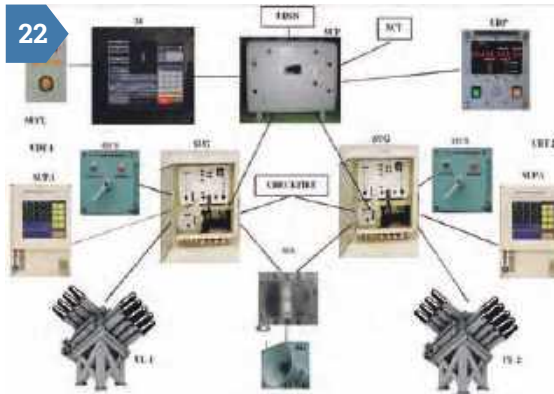
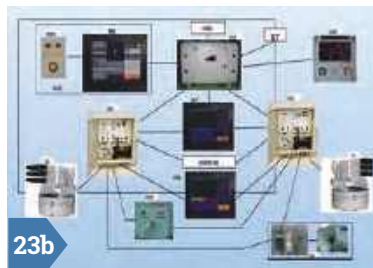


Figura 22

Sistema de Lançamento para Despistadores de Mísseis B (SLDM-B) e seus Componentes



23a



23b

Figuras 23a e 23b

(a) Sistema de Lançamento para Despistadores de Mísseis II com Plataforma Giroestabilizada; e (b) Componentes do SLDM II



24

Figura 24

Sistema de Aquisição de Dados Acústicos, Magnéticos e de Pressão - Projeto SAAMP-X



25a



25b



25c



25d



25e

Figuras 25a, 25b, 25c, 25d e 25e

Sistema de Aquisição de Dados Acústico, Magnético, Pressão e Campo Elétrico - Projeto SAAMPE



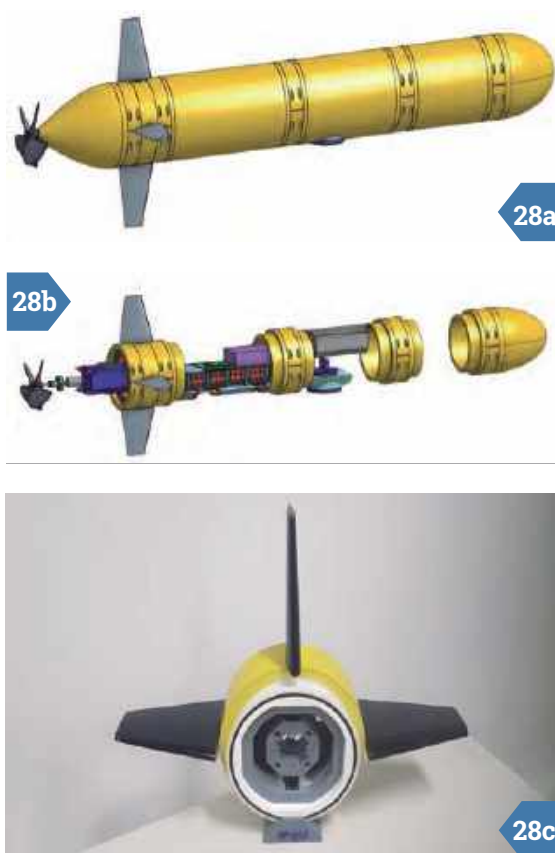
Figuras 26a, 26b, 26c, 26d e 26e

Instalação de Poita com Sensores Gravadores Acústicos para o Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Bacia de Santos (PMPAS) em Parceria com a Petrobras



Figuras 27a, 27b e 27c

Gravador Acústico - SAASS Mk-II Utilizado no PMPAS



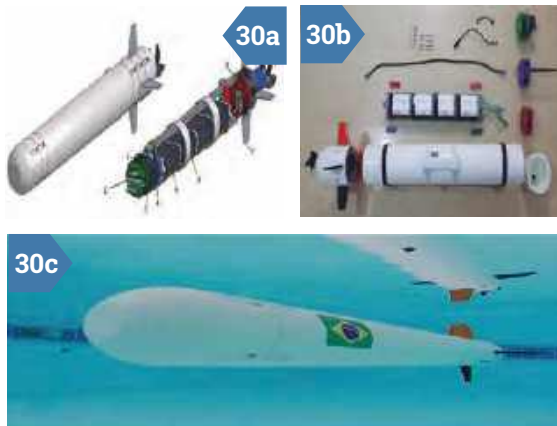
Figuras 28a, 28b e 28c

(a) e (b) Projeto Conceitual do Casco do Veículo Submarino que será uma Plataforma Autônoma de Teste de Sensores; e (c) Primeira Seção do Protótipo



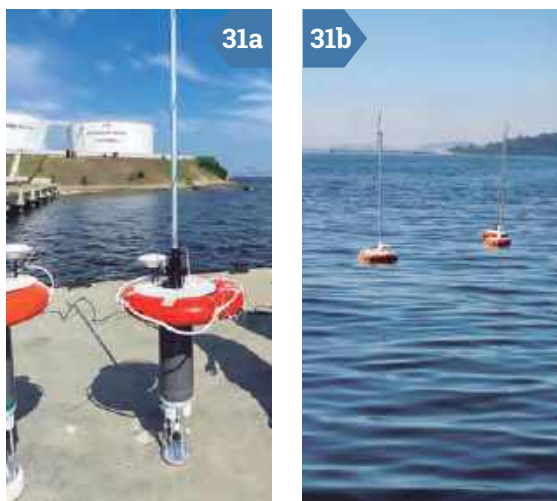
Figuras 29

Plataforma de Superfície não tripulada para testes operacionais



Figuras 30a, 30b e 30c

(a) Visão externa e interna ao casco resistente do Projeto de Veículo Submarino Autônomo (VSA) utilizando manufatura aditiva; (b) Veículo parcialmente desmontado; e (c) Testes de piscina



Figuras 31a e 31b

(a) Visão da boia do projeto da Raia Virtual de Tiro (RVT); (b) Testes de mar da RVT.

3. Considerações finais

O Grupo de Sistemas de Armas do IPqM desempenha um papel fundamental na modernização e na autossuficiência da Marinha do Brasil. Ao longo de seus 65 anos de existência, o grupo tem sido responsável por diversos projetos inovadores em áreas como armamento, navegação e sistemas não tripulados.

Contribuições Essenciais:

- Desenvolvimento de tecnologias de ponta: O IPqM-11 tem sido pioneiro na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de ponta para a Marinha, como minas marítimas de última geração, sistemas de despistamento de mísseis, plataformas giroestabilizadas e sistemas de navegação inercial.
- Autossuficiência estratégica: O trabalho do grupo contribui para a autossuficiência estratégica da Marinha, reduzindo a dependência de tecnologias estrangeiras e garantindo a soberania nacional na área de defesa.
- Modernização da Força Naval: as tecnologias desenvolvidas pelo IPqM-11 permitem que a Marinha do Brasil esteja na vanguarda das inovações tecnológicas na área de defesa, garantindo maior segurança e eficiência nas operações navais.

O IPqM-11 está constantemente buscando novas soluções para os desafios da Marinha, investindo em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias disruptivas como inteligência artificial, robótica e sistemas autônomos.

O reconhecimento da importância do GSA se reflete no seu histórico de realizações, na constante busca por inovações tecnológicas e na sua contribuição para a modernização da Marinha do Brasil. 🌞

Nota de Fim

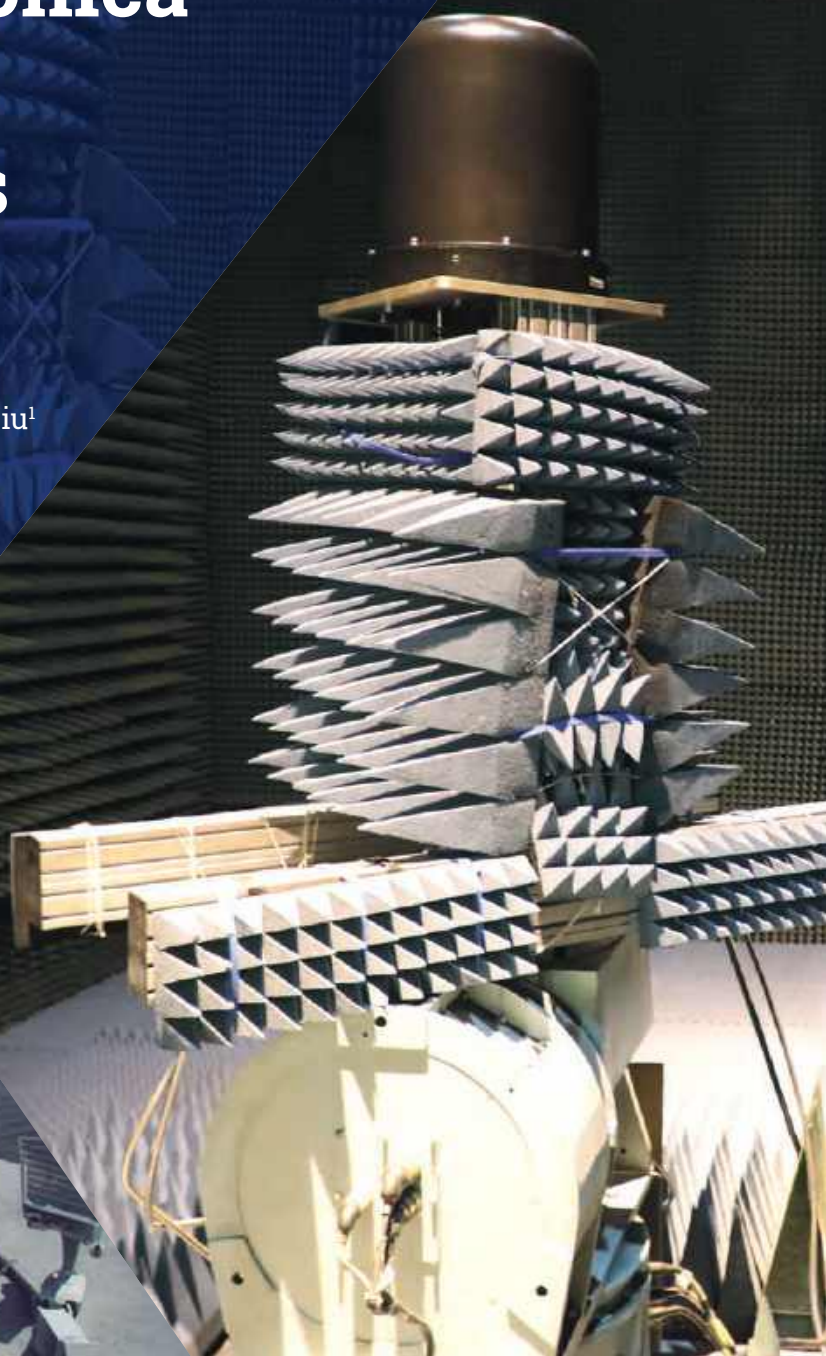
1- Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, servindo atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregado do Grupo de Sistemas de Armas (IPqM-11), com formação em Engenharia Eletrônica pela UFPa, Especia-

lização e Aperfeiçoamento em Eletrônica para Oficiais pelo CIAW, Especialização em Gestão da Construção Naval pela POLI-USP e Mestrado em Engenharia Elétrica pelo IME.

► Grupos de Pesquisas

Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica do Instituto de Pesquisas da Marinha

Por Autor CC (EN) Marcos Chi Lim Siu¹



1. Introdução

1.1. Origem do Grupo

Em 1985, o Grupo Radar e Comunicações, antigo nome do IPqM-12, foi criado a partir da Divisão de Sistemas Analógicos do Grupo de Eletrônica para o desenvolvimento dos equipamentos de “Contramedidas Eletrônicas” (CME) e “Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica” (MAGE) para instalação nas corvetas da Classe *Inhaúma*. Seu primeiro encarregado foi o CC (EN) Eutíquio.

1.2. Importância dos projetos de Guerra Eletrônica para a Marinha

O grupo de pesquisas nasce devido à importância que os projetos CME e MAGE tinham para a MB. De acordo com o Boletim de Atividade de agosto de 1983, ainda no Grupo de Eletrônica, os projetos CME e MAGE dotavam de CR\$ 2.000.000,00 (Dois milhões de Cruzeiros) e CR\$ 4.861.657,00 (Quatro milhões e oitocentos de sessenta e um mil e seiscentos e cinquenta e sete Cruzeiros), respectivamente.

O protótipo do CME-1 (ET-SLQ-1X) foi concluído e testado em 1992, tanto em raia aberta quanto a bordo, tendo atacado diversos radares utilizados pela esquadra na época.

“Relatos dos engenheiros da época que os truques implementados no CME-1 eram tão realísticos que operadores e oficiais do navio não perceberam que estavam sendo eletronicamente atacados e discordavam do resultado dos testes.”

Devido ao sucesso obtido no projeto CME-1 e fruto do reconhecimento da importância do IPqM em projetos de Guerra Eletrônica, diversos projetos foram iniciados ao longo dos anos 90, se destacando o desenvolvimento do MAGE Defensor e o CME-2. Em virtude do vulto dessas contratações, foi criado o Departamento de Projetos de Guerra Eletrônica (IPqM-40), que existiu entre 94 a 97, que era o setor responsável pelos projetos, subordinado diretamente ao Diretor, enquanto o Grupo de Guerra Eletrônica (IPqM-12) era responsável pelas instalações e os recursos humanos.



Figuras 1 e 2

Foto do Grupo com o primeiro Encarregado do IPqM-12, o CC(EN) Eutíquio em 1985 e Foto dos integrantes do Grupo em 1986



2. Encarregados do Grupo de Guerra Eletrônica e Radar

Encarregados do Grupo Guerra Eletrônica e Radar

CC (EN) Eutiquio Torres Calazans Junior 1983 - 1984

CF Ronaldo Fiuza de Castro 1985- 1987

CF (EN) Olavo Amorim de Andrade 1987 - 1994

CF (EN) Paulo Cesar Santos Dias 1994 - 1994

Engenheiro Fernando Pantoja 1994 - 1994

Engenheiro Aristóteles de Souza 1994 - 1995

Engenheiro Celson Del Negri Rossi 1995 - 1996

CF (EN) Arthur Jorge de Freitas Braga 1996 - 1998

CF (EN) Cezar de Alvarenga Jacoby 1998 - 1998

CF (EN) Arthur Jorge de Freitas Braga 1998 - 2004

CF (EN) Jorge Amaral Aves 2004 - 2010

CF (EN) Carla de Sousa Martins 2010 - 2016

CF (EN) Marcelo Alves Felzky 2016 - 2018

CC (EN) Marcos Chi Lim Siu 2019 - 2019

CF (EN) Marcelo Alves Felzky 2019 - 2020

CF (EN) Alexandre Bazyl Zacarias de França 2020 - 2022

CF André Paim Gonçalves 2022 - 2024

CC (EN) Marcos Chi Lim Siu 2024 - Atual

*postos à época"

3. Instalações do Grupo

A história do Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica (GSGE) se confunde com o histórico de seus projetos, pois ao longo dos anos toda estrutura de pessoal e material foi mobiliada para permitir que a Marinha pudesse conduzir projetos numa área de conhecimento complexa e extremamente restrita que é a Guerra Eletrônica (GE).

Na época de sua criação, o Grupo ficava localizado no segundo andar do prédio principal, juntamente com o Grupo de Sistemas Digitais, Grupo de Informática e Grupo de Apoio Técnico.

Em 1989, o então Grupo de Radar foi transferido para as suas instalações atuais, o “Galpão Bravo” do antigo Depósito de Material de Eletrônica da Marinha no Rio de Janeiro (Dep-MEMRJ), o qual havia sido transferido para o atual complexo da Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro (BAMRJ), junto com outras OM do Setor de Intendência.

A transferência marca a ocupação da parte baixa das atuais instalações do IPqM. A principal motivação para a instalação do grupo no galpão foi a disponibilidade de espaço físico para instalar o principal laboratório de radiofrequências da MB, até hoje, a Câmara Anecoica.

Além do galpão, o Grupo possuía um posto avançado na parte alta do IPqM, que contava com uma torre com visada para a Base Naval do Rio de Janeiro e servia para ensaios em raia aberta. O posto foi desativado e desmontado em 2018.



Figuras 3, 4

Fotos dos Laboratórios nos anos 1980

3.1. Laboratório do Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica e a Câmara Anecoica

O desenvolvimento de projetos de Guerra Eletrônica (GE) somente é possível com o emprego de instrumentos e equipamentos de medidas de alta tecnologia. A infraestrutura de pesquisa é composta de geradores de sinais de micro-ondas, analisadores de espectro, analisadores vetoriais de rede, osciloscópios, medidores de potência, analisadores lógicos, bancadas de montagem e retrabalho de placas eletrônicas, computadores, softwares especializados e uma câmara anecoica.

A Câmara Anecoica é uma sala projetada para eliminar reflexões de ondas eletromagnéticas (EM), visando a um ambiente ideal de teste. Nela é possível realizar a caracterização e a calibração de antenas de recepção e transmissão radar e sistemas de GE radar, por meio da geração e transmissão instrumentada de sinais radar que serão recebidos no equipamento sob teste



Figuras 5 e 6

Câmara Anecoica e

Ensaio realizado na câmara em 2019

de forma controlada. A câmara está equipada com um pedestal/suporte, de modo que o equipamento pode trabalhar autônomo ou remotamente e fornecer dados digitais angulares para o equipamento automatizado.

A Câmara Anecoica se destaca dentre os diversos laboratórios do IPqM. Suas características técnicas e dimensões fazem dela uma infraestrutura laboratorial singular no estado do Rio de Janeiro. Ao longo dos anos, muitas instituições de ensino e pesquisa manifestaram o interesse por parcerias com o Instituto para utilizar a câmara e seus equipamentos.

4. Quatro décadas de projetos em Guerra Eletrônica

Ao longo de mais de 40 anos de pesquisa na área de Guerra Eletrônica, o IPqM obteve grande visibilidade dentro e fora da MB. Os equipamentos de Contramedidas Eletrônicas (CME) e Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) desenvolvidos pelo Instituto foram instalados em diversos navios da MB e operados em condições reais.

O MAGE é um equipamento consagrado, o qual possui uma linha de evolução, constituindo a família criada a partir do MAGE Defensor, nome este dado em homenagem ao navio no qual o sistema foi instalado na primeira vez e operado, a Fragata *Defensora*. Para o IPqM, O propósito do programa MAGE Defensor vai além de entregar um equipamento moderno para emprego naval, uma vez que buscou-se alcançar um produto que tivesse uma estrutura de manutenção adequada em cada escalão, uma cadeia logística capaz de manter o sistema operacional por muitos anos e um conjunto de funcionalidades que permitiriam a MB usar a Guerra Eletrônica como ferramenta nos níveis tático e estratégico, algo não imaginado no início do projeto. O uso dessa metodologia para o desenvolvimento de um produto completo propiciou a abertura de no-

vos projetos de equipamentos para outras plataformas como: MAGE Veicular; MAGE para navios de superfícies, MAGE para aeronaves e MAGE para Submarino.

4.1. Equipamento de Contramedidas Eletrônicas - CME

O projeto de um equipamento de Contramedidas Eletrônicas (CME) teve início com o desenvolvimento de um pré-protótipo, denominado CME-1XM. Este projeto iniciou-se em 1982 e finalizou em 1984, com testes realizados no CT *Mariz e Barros* com sucesso, ficando assim demonstrada a capacidade de desenvolvimento nacional.

A partir desse momento, teve início o projeto do CME-1 cujo propósito era desenvolver um equipamento capaz de efetuar bloqueio e despistar radares de busca e de direção de tiro por meio da geração de alvos falsos. O CME compôs a dotação inicial das Corvetas Classe *Inhaúma*. Este desenvolvimento durou o período de 1985 a 1992.



Figuras 7
Equipamento CME-1

Em 1996, foi encomendado ao IPqM a nova versão de CME, chamado posteriormente de CME-2, que tinha como principais requisitos: a capacidade de bloquear múltiplas ameaças (o CME-1 era mono ameaça) e a possibilidade de atacar radares com modulação intrapulso. Para alcançar esses objetivos, foram utilizadas as tecnologias "Phased Array" e Memória Digital de Radiofrequência (DRFM) em um projeto singular de desenvolvimento nacional, usando estado da arte em sistemas de Guerra Eletrônica.

Concomitantemente com o projeto CME-2, entre 1998 e 2009, foi iniciada a modernização do CME-1, chamado de CME-1A, destinado às Fragatas *Liberal* e *Defensoras* que entrariam em processo de modernização. Nesta época, o projeto CME-1 de 1985 já indicava obsolescência de subsistemas e com diversos componentes descontinuados pelos fabricantes. O CME-1A incorporava os mesmos truques do CME-1 com novos componentes, nova interface e mais robusto.



Figuras 8
Equipamento CME-2

4.2. Família de Equipamentos de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica – MAGE Defensor

Este tipo de sistema é destinado à detecção, identificação e classificação de sinais radar. Este equipamento possui uma importante função estratégica, pois permite a uma plataforma detectar antecipadamente um sinal eletromagnético em um ambiente/cenário, em relação a um radar, de forma passiva, ou seja, sem denunciar a presença da plataforma e, sendo possível ainda, informar a origem e posição angular (marcação) do sinal detectado. Além disso, integrado a um sistema CME, a plataforma passa a ter capacidade de reação automática e rápida contra um alvo hostil.

Em função dos sistemas CME e MAGE Defensor operando nos meios navais da MB, diversas demandas decorrentes surgiram ao IPqM-12, tais como: fornecimento de simuladores para adestramento da tripulação dos navios; Jigas de Teste para viabilizar e facilitar a manutenção dos equipamentos; desenvolvimento da funcio-

nalidade de Inteligência Eletrônica (ELINT), para gravação de sinais em determinados cenários; desenvolvimento de *software* para análise dos sinais gravados; dentre outras.

4.2.1 Projeto MAGE Defensor

O projeto de desenvolvimento que culminou no MAGE Defensor, também chamado de ET/SLR-1, foi iniciado em 1994 e instalado na Fragata *Defensora* em 1998. MAGE Defensor ET/SLR-1 foi projetado em três subunidades, sendo composto pela Unidade de Antena - UA, Unidade de Processamento - UP e Interface com Operador Local - IOL.

4.2.2 ELINT: *Electronic Intelligence*

Projeto criado com o intuito de prover o MAGE Defensor da funcionalidade de gravação de características de sinais eletromagnéticos e gerar um sistema capaz de analisar essas características para extrair informações e conhecimentos relativos a plataformas desconhecidas.



Figuras 9 e 10

Console do MAGE Defensor e
Composição do MAGE Defensor (UA, UP, IOL)

Figura 11

Tela do Software PFSAE



4.2.3 Jigas de Testes da Unidade de Antena e da Unidade de Processamento do MAGE Defensor (2010 - 2015)

Em virtude dos sistemas MAGE Defensor instalados em diferentes meios da MB, surgiu a demanda de um desenvolvimento de Jigas de Teste por parte do Centro de Manutenção de Sistemas da Marinha (CMS), para fornecer a manutenção necessária aos equipamentos. Desta forma, iniciou-se o projeto de desenvolvimento no Grupo das Jigas de Testes da Unidade de Antenas (UA) e da Unidade de Processamento (UP) do MAGE Defensor. A primeira foi projetada para permitir a identificação de avarias nos componentes da UA, sem a necessidade de retirá-la do mastro do navio. A Jiga da UP, por sua vez, foi desenvolvida para permitir a identificação de avarias de cada um dos módulos da UP de forma isolada do restante do equipamento.



Figura 12
Entrega das JIGAs no CMS

4.2.4 MAGE Laboratorial

O MAGE Laboratorial tem a finalidade de atender à necessidade de execução de testes laboratoriais na área de Guerra Eletrônica, dar suporte e apoio a desenvolvimento de novos sistemas de Guerra Eletrônica, manter a equipe do GSGE capacitada e atualizada. O projeto do MAGE Laboratorial ocorreu durante o período de 2005 a 2014.

4.2.5 MAGE Veicular (2010 – 2022)

O MAGE Veicular é um projeto custeado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e foi finalizado em 2022. Este teve como propósito geral atender às demandas dos Fuzileiros Navais e do Exército Brasileiro em relação à detecção e análise de sinais radar no ambiente terrestre. Ele é composto de uma unidade de antena e uma unidade de processamento que são rebocadas nessa estrutura e contém um laptop robustecido para interface com o operador. Ele se baseia no MAGE Defensor, porém agrega atualizações e uma expansão na faixa de frequências para atender às aplicações terrestres. A Unidade de Antena foi projetada e desenvolvida pelo IPqM-12. Este equipamento possui ainda funcionalidades de Geolocalização e de Comunicação com outros postos MAGE.



Figuras 13
*MAGE Veicular instalado em viatura tipo shelter.
Operação em campo*

4.2.6 MAGE Defensor Mk3 (2018 – Atual)

Atualmente, o IPqM-12 encontra-se trabalhando no projeto do MAGE Defensor Mk3, o qual constitui uma atualização tecnológica da família MAGE Defensor, empregando as melhorias implementadas para a Unidade de Recepção e Processamento do MAGE Veicular e integrando a Unidade de Antena nacional desenvolvida para o MAGE Defensor Mk3.

Corresponde à nova geração de equipamentos MAGE com faixa de frequências ampliada, capacidade de gravação ELINT, funcionalidade de detecção e tratamento de sinais de radares com agilidade e do tipo LPI (Low Probability of Interception).

De forma pioneira, o MAGE Defensor Mk3 foi transferido para a fabricação seriada para empresa da Base Industrial de Defesa (Omnisys) por meio de um processo de Fornecimento de Tecnologia e a entrega das unidades acompanhará o cronograma de construção das Fragatas Classe *Tamandaré*.

O cabeça de série do MAGE Defensor MK3 foi projetado e desenvolvido pelo IPqM e fabricado pela Omnisys para equipar a primeira fragata Classe *Tamandaré*. O equipamento MAGE Defensor Mk3 foi o primeiro equipamento MAGE integrado e calibrado no IPqM em 2023, os Testes de Aceitação em Fábrica foram realizados e aprovados em março de 2024.

14



Figura 14

Composição do MAGE Defensor Mk3 na fragata

4.2.7 MAGE Defensor Mk4 (202-3 – Atual)

Atualmente, o IPqM-12 encontra-se trabalhando no projeto do MAGE Defensor Mk4, o qual constitui uma atualização tecnológica da família MAGE Defensor Mk3, para emprego em submarinos.

5. Recursos Humanos

São componentes imprescindíveis da Guerra Eletrônica. As mulheres e os homens da Guerra Eletrônica trabalham diuturnamente para assegurar que a MB execute de forma eficaz as atividades da GE, usando da pesquisa como instrumento para contribuir com o aprestamento eletrônico da MB. Neste contexto, o IPqM contribui com a formação de operadores e analistas, de pesquisadores e articulando com a academia e o curso sistema de ensino naval.

15



16



Figura 15

Integrantes do Grupo em 2003 (confraternização de fim de ano)

Figura 16

Integrantes do Grupo em 2015 durante a visita do Comandante da Marinha



Figura 17

Integrantes do Grupo em 2019

Figura 18

Integrantes do Grupo e representantes da Omnisys, EMBRAER e EMGEPON após finalização dos Testes de Aceitação de Fábrica do MAGE Mk3, em 2024

6. Conclusão

Ao longo de seus quase 40 anos de existência, o Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica trabalhou em parceria com universidades, empresas e centros de pesquisas civis e militares, nas atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico na área de Guerra Eletrônica. O GSGE coloca o IPqM como componente do aprestamento eletrônico da Marinha, na execução de projetos com tecnologia predominantemente nacional, por meio do desenvolvimento dos projetos da família MAGE Defensor e CME, contribuindo para a independência tecnológica do Brasil, impulsionando a tríplice hélice e fortalecendo o Poder Naval, como preconizado em sua missão.

O sucesso dos projetos do IPqM na área de Guerra Eletrônica é resultado da experiência e alta capacitação dos nossos pesquisadores, aliadas ao engajamento e comprometimento dos seus integrantes e dirigentes. Desde sua criação em 1985, as equipes do GSGE sempre apresentaram intenso profissionalismo, abnegação e dedicação aos objetivos estabelecidos. 🌟

Nota de Fim

1- Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregado do Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica.

Mestre em Engenharia Elétrica com ênfase em Guerra Eletrônica pela Naval Postgraduate School e Engenheiro de Telecomunicações formado pela Universidade Federal Fluminense.

► Grupos de Pesquisas

Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos do Instituto de Pesquisas da Marinha

Por CF (EN) Alexandre Bazyl Zacarias de França¹



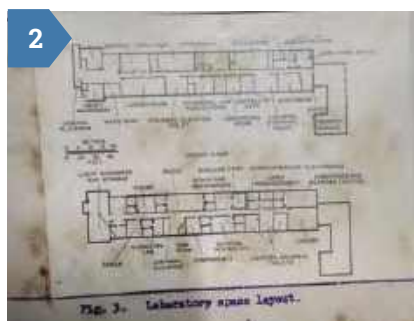
1. Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos do Instituto de Pesquisas da Marinha

Ao Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos (GSAS) compete especificamente administrar as atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico relativo às aplicações navais de acústica submarina e ciências afins. O Grupo desenvolve atividades relacionadas à propagação acústica submarina; processamento de sinais acústicos; projetos e calibração de transdutores; modelagem numérica de perdas na propagação acústica; modelagem de previsão de níveis de intensidade sonora; reconhecimento de padrões sonoros utilizando redes neurais em tempo real; nacionalização de hidrofones; desenvolvimento de equipamentos acústicos, como *transponder* sonar mono e multifrequência; simuladores de ruídos de navios; e medições e calibrações de equipamentos.

2. História do Grupo Sonar

Nos primeiros estudos para a formação do IPqM, feito por especialistas nacionais e internacionais, ficou latente a importância da existência de um laboratório para sonar (Sound Navigation and Ranging) com a aparelhagem necessária para pesquisar o rendimento dos, então, novos sistemas incorporados à MB, ao mesmo tempo que possibilitasse a preparação de uma equipe de pesquisadores em assuntos relacionados à Acústica Submarina. A estrutura do IPqM naquela época pode ser encontrada na Figura 1.

O Grupo Sonar estava inicialmente localizado no Prédio Principal do IPqM (Figura 2), com a equipe formada por quatro civis: um funcionário Nível 1, com larga experiência, e três funcionários Nível 2, integrada por recém-graduados ou técnicos.



Figuras 1 e 2

Recomendações Sobre a Organização de um Laboratório de Pesquisas e Desenvolvimento para o Ministro da Marinha do Brasil - Documento criado em 15 de janeiro de 1955 e Prédio Principal IPqM

Um dos principais desafios era a formação de pessoal técnico, visto serem os assuntos relacionados a sonar de todo específicos e não divulgados, a não ser em determinados círculos técnicos, de preferência militar.

Também era restrita a capacidade de se obter dados técnicos como: bibliografia, folhetos, trabalhos específicos, livros etc., e conseqüentemente era difícil relacionar-se com os aparelhos e equipamentos básicos que formariam o laboratório de medidas para sonar à altura das necessidades do IPqM.

O problema se afigurava então de uma certa complexidade, pois para poder funcionar necessitava-se de pessoal qualificado e para formá-lo haveria a necessidade de livros, publicações e de instituições onde se pudesse obter elementos.

Em 1964, procurou-se utilizar o elemento humano como alavanca para sair do estado

Encarregados do Grupo de Sistema Acústico Submarinos

CF Carlos Eduardo Parente Ribeiro 1969 - 1983

CF Ocleci Machado da Costa 1983 - 1989

CF Ivan Pinto de Freitas 1989 - 1992

CF (QC-CA) Luiz Alberto Lopes de Souza 1992 - 1998

CF (EN) Casimiro José Gabriel 1998 - 1999

CF Mauro Cesar de Farias Pereira 1999 - 2000

CF (EN) Evandro Luiz da Costa 2000 - 2003

CF (T) Eduardo Rodrigues Guimarães 2003 - 2007

CF Claudio Alberto Corbelli 2007 - 2008

CF (EN) Guilherme da Silva Sineiro 2008 - 2010

CF (EN) Márcio Rodrigues Pereira da Silva 2010 - 2012

CF (EN) Marcelo Alves Felzky 2012 - 2013

CF Fernando Luís Ribeiro 2013 - 2014

CF Leonardo Martins Barreira 2014 - 2018

CF (EN) Cristiani Perrini Bodart 2018 - 2019

CF Fernando de Oliveira Marin 2019 - 2019

CF (EN) Cristiani Perrini Bodart 2018 - 2019

CF (EN) Alexandre Bazyl Zacarias
de França 2021 - Atual

*postos à época

embrionário que se encontrava o Grupo Sonar em busca de avanços

Em se tratando de matéria tão especializada e de alta responsabilidade, o IPqM teve a necessidade de recorrer a especialistas estrangeiros, cuja primeira providência foi aconselhar a construção de um laboratório flutuante ou semiflutuante onde se pudesse efetuar as medições de transdutores. Como o nível de ruído da Baía de Guanabara é elevado, foi cogitado a construção de um prédio, com um laboratório de sonar e um tanque de calibração de 10m x 10m x 5m para permitir medidas de recepção e transmissão sem os problemas de reflexão do som.

Atentando à sugestão, em 1962 foi iniciada a construção do prédio de transdutores (Figura 3). O objetivo era construir um pequeno laboratório para fins de calibração de transdutores de sonar, ecobatímetro, para realização de medidas de propagação submarina de sinais muito fracos etc. Desta forma, o laboratório foi equipado com equipamentos que possibilitam a obtenção de curvas de sensibilidade acústica, curvas de



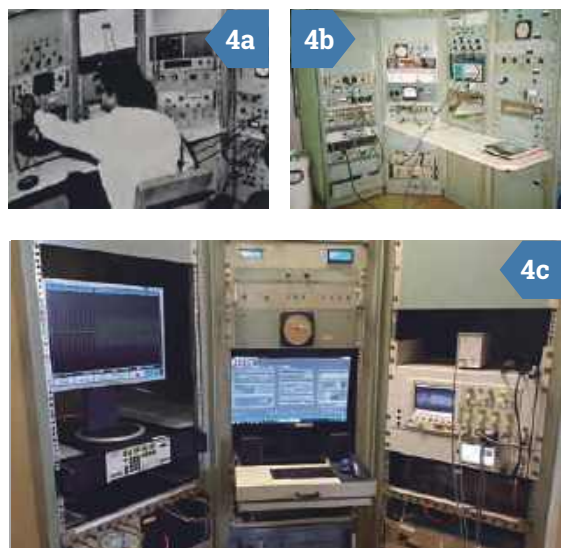
Figuras 3a e 3b
(a) Fachada do prédio com detalhe para o sistema eletromecânico de posicionamento e b) Ponto de abertura do tanque de água doce para a realização de testes hidroacústicos



recepção, de transmissão, e diagramas de diretividade de hidrofones, de projetores e de equipamentos hidroacústicos em geral.

O conjunto de instrumentos de medição do laboratório de transdutores passou por sucessivas etapas de substituição e modernização, evoluindo de aparelhos 100% analógicos e com calibrações manuais para aparelhos digitais e calibrações automáticas. A Figura 4 apresenta a evolução gradativa da instrumentação utilizada para calibração e testes de transdutores hidroacústicos.

Nos primeiros anos do IPqM, todos os programas de trabalho do Instituto visavam a beneficiar o Brasil e a Marinha. Foi assim que o IPqM criou o Programa de SONAR, que objetivava desenhar um equipamento nacional que pudesse ser usado em embarcações ligeiras, empenhadas em localizar cardumes para a pesca. Conforme a Ordem de Serviço N° 006/62, Disposição Orçamentária para 1962 (1° abril 1962 a 1° abril 1963), o Projeto Sonar apresentava



Figuras 4a, 4b e 4c

Bancada do Laboratório de Calibração e Testes de Transdutores Hidroacústicos – Evolução da Instrumentação, (a) Instrumentação nos anos 1970, (b) Instrumentação nos anos 1990 e (c) Instrumentação no ano de 2020

um orçamento de Cr\$ 8.000.000,00. Esse era o projeto com maior investimento de recursos do IPqM na época.

3. Projetos dos anos 1960 A 1980

Nos primeiros anos do IPqM, O Grupo Sonar esteve envolvido em vários projetos para atender às necessidades da Marinha do Brasil. Seguem abaixo alguns dos projetos desenvolvidos e eventos de relevância para o Grupo:

- Projeto de montagem do aparelhamento para o tanque de provas de transdutores;
- Sistema de calibração de batitermógrafo (1967);
- Projeto Cabo Frio (início em 1970), criação da OM IEAPM;
- Desenvolvimento de técnica de fabricação de transdutores de cerâmica, iniciando com titanato de bário;
- Avaliação e determinação de alterações que visassem aumentar a eficiência do ecobatímetro ET/SQN-1 (fabricação nacional);
- Sensor de pressão e medição de ondas, comercializado para a COPPE;
- Medição Acústica de navios da MB na Raia Acústica da Estação Acústica Submarina (EAS-SINAR);
- Equipamentos para medição de perda de propagação no mar em parceria com a US Navy (Projeto Jaguar de 1977);
- Projeto de uma Estação automática de transmissão de medidas oceanográficas e meteorológicas (Figura 5);
- Instrumentos para medições acústicas e oceanográficas, como hidrofones e batitermográficos;
- Calibrador de Sonar, apresentado na Figura 6;
- Início da parceria entre o Grupo Sonar e a COPPE para os pesquisados do IPqM ministrarem cursos de acústica submarina e oceanografia;
- 1° Simpósio Naval de Sonar, em 1982, em Arraial do Cabo, com o objetivo de reunir a comunidade de acústica submarina do meio naval

e do país, para troca de informações técnicas e científicas, táticas e estratégicas, neste Instituto.



Figuras 5 e 6

Figura 5 - Estação automática de transmissão de medidas oceanográficas e meteorológicas (1967);
Figura 6 - Calibrador Sonar (1971)

4. Projetos dos anos 1990 A 2021

Na lista abaixo, seguem alguns dos projetos desenvolvidos e finalizados entre os anos de 1990 e 2021 pelo grupo.

- Desenvolvimento de Transdutores
- Nacionalização de transdutores empregados em Meio Navais de superfície e submarino, conforme exemplificado na Figura 7.



Figura 7

Transdutores

- SDRS - Sistema de Digitalização de Registro Sonar

Software de treinamento desenvolvido com a finalidade de reproduzir ruídos acústicos submarinos e possibilitar a instrução de alunos e o adestramento de operadores de sonar. Na Figura 8 é apresentada uma janela do sistema.



Figura 8

SDRS - Sistema de Digitalização de Registro Sonar

- Simulador de Ruído de Navio

Tem a finalidade de simular ruído gerado por um navio para utilização em exercícios torpédicos contra alvos inertes. O hardware deste simulador é ilustrado na Figura 9.

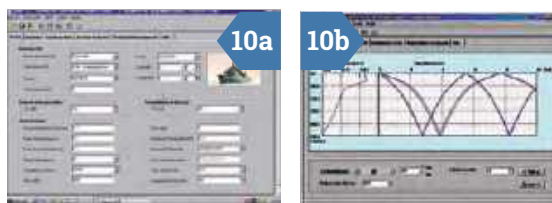


Figura 9

Simulador de Ruído de Navio

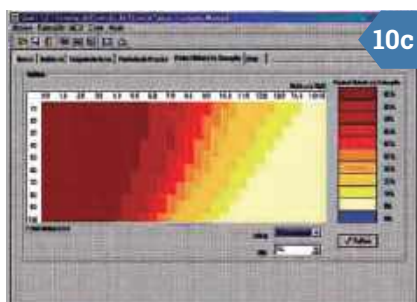
- SPARS 3.2

Sistema desenvolvido para avaliação do ambiente acústico, previsão de alcance sonar e diagrama de probabilidade de detecção de alvos. Utilizado em meios navais dotados de sonar ativo. A Figura 10 apresenta janelas com algumas funcionalidades do sistema.



Figuras 10a, 10b e 10c

Sistema de Previsão de Alcance SONAR (a) Simulador de Ruído de Navio; (b) Gráficos de perfil velossom e de trajetória de raios e (c) Gráfico de probabilidade de detecção por profundidade e alcance



- Sistema de Avaliação de Perdas na Propagação Acústica Submarina – SisTL

Tem a finalidade fazer avaliação da perda na propagação acústica entre estações de prospecção de petróleo (Figura 11). Com base nesses dados, realiza-se o posicionamento geográfico das estações.



Figura 11

Sistema de Avaliação de Perdas na Propagação Acústica Submarina – SisTL

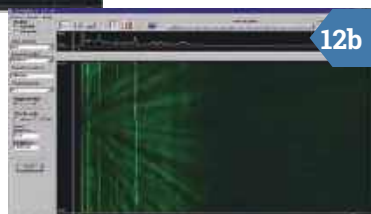
- Classificador de Contatos (SCC)

Sistema desenvolvido para classificação de alvos utilizando-se técnica de reconhecimento de padrões através de redes neurais e análises *Lowfar* e *Demon* do ruído irradiado, apresentados na Figura 12.



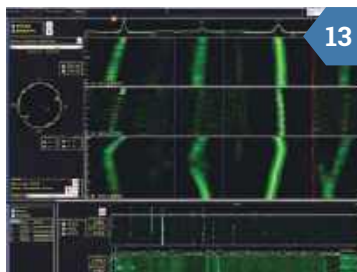
Figuras 12a e 12b

Classificador de Contatos (SCC), (a) DEMON e (b) LOWFAR



- Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos (SDAC)

Sistema desenvolvido para processar sinais em tempo real dos 360° de um sonar passivo. Apresenta resultados de acompanhamento, análise e classificação de múltiplos contatos simultâneos, em telas gráficas (Figura 13), com gravação e comparação de outros sinais gravados em banco de dados.



Figuras 13

Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos (SDAC)

- Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos Submersos (SDAC-SUB)

O SDAC-SUB é um protótipo de um sistema que recebe sinais provenientes dos 360° de cobertura do arranjo hidrofônico de um sonar passivo, permitindo a detecção, o acompanhamento e a classificação de múltiplos contatos. Encontra-se em operação no Submarino *Tamoio* e no Submarino *Timbira*. A Figura 14 ilustra a apresentação do sistema de detecção.



Figuras 14

SDAC-SUB

- Perfilador Corrente por Efeito Doppler Acústico (ADCP)

Projeto financiado pela FINEP para o desenvolvimento de um protótipo de sensor perfilador

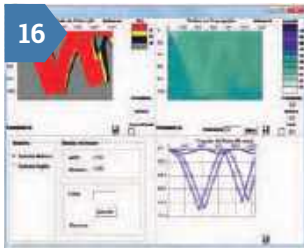
da velocidade da corrente oceânica por efeito Doppler. O resultado do projeto é exibido na Figura 15.

- Módulo de Previsão de Alcance Sonar Ativo (MODPRES)

Módulo desenvolvido para avaliação do ambiente acústico, previsão de alcance sonar ativo e passivo e cálculo da cobertura antissubmarino (Figura 16). Com base de dados oceanográficos, é utilizado no planejamento estratégico e tático das Operações Navais de Guerra Antissubmarino.

- Vigilância e Inteligência Passiva em Portos (VIPP)

Sistema com nova geometria de configuração física dos *staves* (arranjo linear) e projeto de eletrônica dedicada com transmissão de dados acústicos distribuída por fibra óptica. O sistema instalado na Base Almirante Castro e Silva (BACS) é exibido na Figura 17.



Figuras 15, 16 e 17
Demonstrador de Tecnologia ADCP, Módulo de Previsão de Alcance Sonar Ativo (MODPRES) Vigilância e Inteligência Passiva em Portos (VIPP)

5. Situação atual do GSAS

De sua criação até hoje, o caminho percorrido tem sido árduo porque o domínio da tecnologia em sonar requer um programa interdisciplinar de muita complexidade, mas tem sido gratificante pelo avanço gradual que se vem obtendo nesse campo.

O Grupo Sonar, que já foi chamado de Grupo de Acústica Submarina (GAS), teve a última alteração do nome em 2012, mudado para Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos (GSAS). Hoje, o grupo conta com efetivo de 7 militares e 8 servidores civis e está estruturado em 4 divisões (Coordenação e Apoio, Propagação Acústica, Processamento de Sinais e Equipamentos Acústicos Submarino). O GSAS é composto de dois prédios localizados na parte alta do Instituto. Segue a foto da localização do Grupo (Figura 18).



Figuras 18
Localização do GSAS

6. Projetos atuais

O GSAS está atuando em dois projetos de grande importância para a Marinha do Brasil e para a comunidade científica na área de acústica:

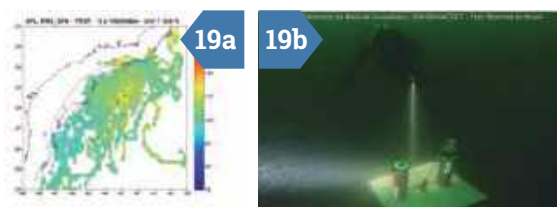
- Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Bacia de Santos (PMPAS-BS)

O PMPAS-BS é fruto de um Termo de Cooperação celebrado entre a Petrobras, a SecCTM (atual DGDNTM), o IPqM e a FUNDEP, em 18 de novembro de 2016, com duração de 30 me-

ses. O projeto tem como objetivo possibilitar o acompanhamento da introdução de ruídos antropogênicos no meio marinho decorrentes das atividades de Exploração e Produção (E&P), subsidiando, desta forma, pesquisas e estudos de avaliação de impactos sobre a biota marinha. O monitoramento da paisagem acústica submarina inclui o monitoramento de ruídos naturais, ruídos de origem antrópica e os sinais de origem biológica. O propósito do projeto é a caracterização da paisagem acústica submarina em diferentes condições ambientais e nas diferentes áreas geográficas abrangidas pelas atividades da cadeia de E&P relacionadas ao desenvolvimento da produção do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. Para a execução de parte do escopo do PMPAS-BS são executadas atividades relacionadas ao tratamento, processamento, armazenamento, análise, interpretação e disponibilização dos dados e registros acústicos provenientes de todas as ações de aquisição de dados acústicos do PMPAS-BS.

A Figura 19 ilustra um dos sistemas desenvolvidos no projeto para a realização de modelagem acústica submarina (a) e em (b) apresenta uma poita com o Sistema Autônomo de Aquisição de Sinais Submarinos (SAASS).

No ano de 2023, foi celebrado um novo convênio para a execução do 2º Ciclo do PMPAS-BS, estendendo o projeto para mais 4 anos e meio.

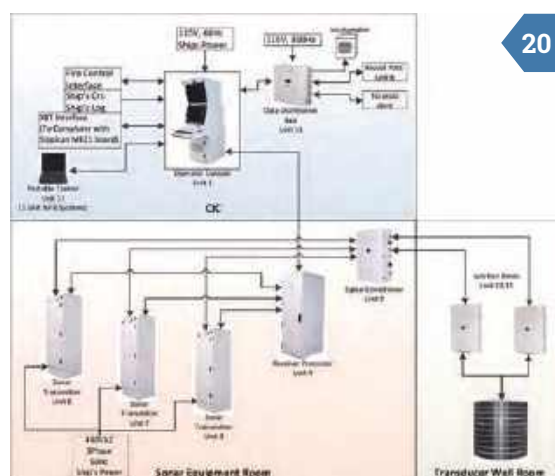


Figuras 19a e 19b
PMPAS-BS

- Revitalização do sonar EDO 997 - Sonar Ativo Nacional (SONAT)

A revitalização do SONAR EDO997 está inserida no Projeto de Revitalização das Fragatas Classe *Niterói* (FCN) e da Corveta *Barroso* (CCB). Em virtude do elevado custo de manutenção e revitalização por empresa estrangeira, aliado à *expertise* do IPqM na área de processamento de sinais acústicos, propagação acústica, sistemas eletrônicos embarcados e sistemas digitais, esse projeto representa uma grande oportunidade para o Instituto contribuir para aprestamento dos meios operativos da Marinha do Brasil e consolidar-se na área de Sistemas Acústicos Submarinos.

Na Figura 20 podem ser verificadas as Unidades integrantes do sistema SONAR, enquanto nas Figuras 21 e 22 são apresentadas as Unidades antes e depois da modernização propiciada pelo projeto SONAT.



20



22

21

Figuras 20, 21 e 22
Sonar Ativo Nacional (SONAT),
Unidade 1, antes e depois da modernização e
Unidade 4, antes e depois da modernização

7. Encontro de tecnologia em Acústica Submarina

O I Encontro de Tecnologia em Acústica Submarina (I ETAS) foi organizado e realizado no Instituto de Pesquisas (IPqM) de 28 a 30 de novembro de 1990, e contou com a participação de representantes da Marinha do Brasil (MB), da indústria, do meio acadêmico e dos centros de investigação tecnológica. Desde então, o ETAS tem propiciado um encontro de pessoas relacionadas à pesquisa e desenvolvimento de sensores e equipamentos acústicos, monitoramento, propagação e processamento de sinais acústicos, e tecnologia e caracterização de materiais piezoelétricos, promovendo intercâmbio de informações técnico-científicas de relevância nesse campo, bem como estimulando o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) em atividades de interesse da Marinha do Brasil e da comunidade científica nacional e internacional.

O ETAS a partir da sua XI edição, buscou ser um encontro bienal e, após o hiato devido à pandemia de COVID-19 no ano de 2020, retornou com a sua XIV edição em 2022. Devido às incertezas causadas pela pandemia, o Encontro foi realizado pela primeira vez de forma virtual. A Tabela 1 apresenta a data e o local de realização dos ETAS.

<i>Edição</i>	<i>Data</i>	<i>Local de realização</i>
I ETAS	28 a 30 de novembro de 1990	IPqM – Ilha do Governador - RJ
II ETAS	26 a 28 de abril de 1994	IPqM – Ilha do Governador - RJ
III ETAS	23 a 24 de setembro de 1997	IPqM – Ilha do Governador - RJ
IV ETAS	10 a 12 de novembro de 1999	IPqM – Ilha do Governador - RJ
V ETAS	21 a 23 de novembro de 2001	IPqM – Ilha do Governador - RJ
VI ETAS	16 a 17 de novembro de 2005	IPqM – Ilha do Governador - RJ
VII ETAS	21 a 23 de novembro de 2007	IPqM – Ilha do Governador - RJ
VIII ETAS	25 a 27 de novembro de 2009	IPqM – Ilha do Governador - RJ
IX ETAS	09 a 11 de novembro de 2010	IEAPM – Arraial do Cabo - RJ
X ETAS	23 a 25 de novembro de 2011	IPqM – Ilha do Governador - RJ
XI ETAS	3 a 5 de novembro de 2014	UFRJ – Ilha do Fundão - RJ
XII ETAS	8 a 10 de novembro de 2016	UFRJ – Ilha do Fundão - RJ
XIII ETAS	6 a 8 de novembro de 2018	UFRJ – Ilha do Fundão - RJ
XIV ETAS	10 e 11 de novembro de 2022	Evento virtual

Tabela 1 - Histórico dos ETAS

8. Considerações finais

O Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos (IPqM-13) desempenha um papel de destaque no cenário de acústica submarina no país. Ao longo dos seus mais de 55 anos, o Grupo tem sido responsável por projetos inovadores, incluindo a nacionalização de sensores e equipamentos.

Incentivados por seus antecessores, a equipe composta por jovens oficiais, muitos destes oriundos de curso extraordinário, praças e servidores civis busca contribuir para a redução da dependência de tecnologias externa, dotando a Marinha do Brasil de sensores e equipamentos cujo fornecimento pode ser cerceado por empresas e governos estrangeiros.

O GSAS está constantemente em busca de novas tecnologias para contribuir de sobremaneira ao Setor Operativo, destacando-se na propositura e na consecução de soluções para o aprimoramento dos Meios Navais. Com vistas ao futuro, o Grupo busca excelência em sistemas acústicos submarinos ao inovar e desenvolver novas tecnologias, inclusive disruptivas como inteligência artificial e sensores de fibra ótica. O GSAS, investindo na qualificação acadêmica e profissional do seu pessoal, busca a vanguarda na área acústica e estar pronto para atender às demandas da Marinha do Brasil. 🌟

9. Referências

- Livro de Estabelecimento do IPqM;
- Entrevista com o CF (RM1) Parente – ex-Encarregado do Grupo Sonar
- Site do IPqM.

Nota de Fim

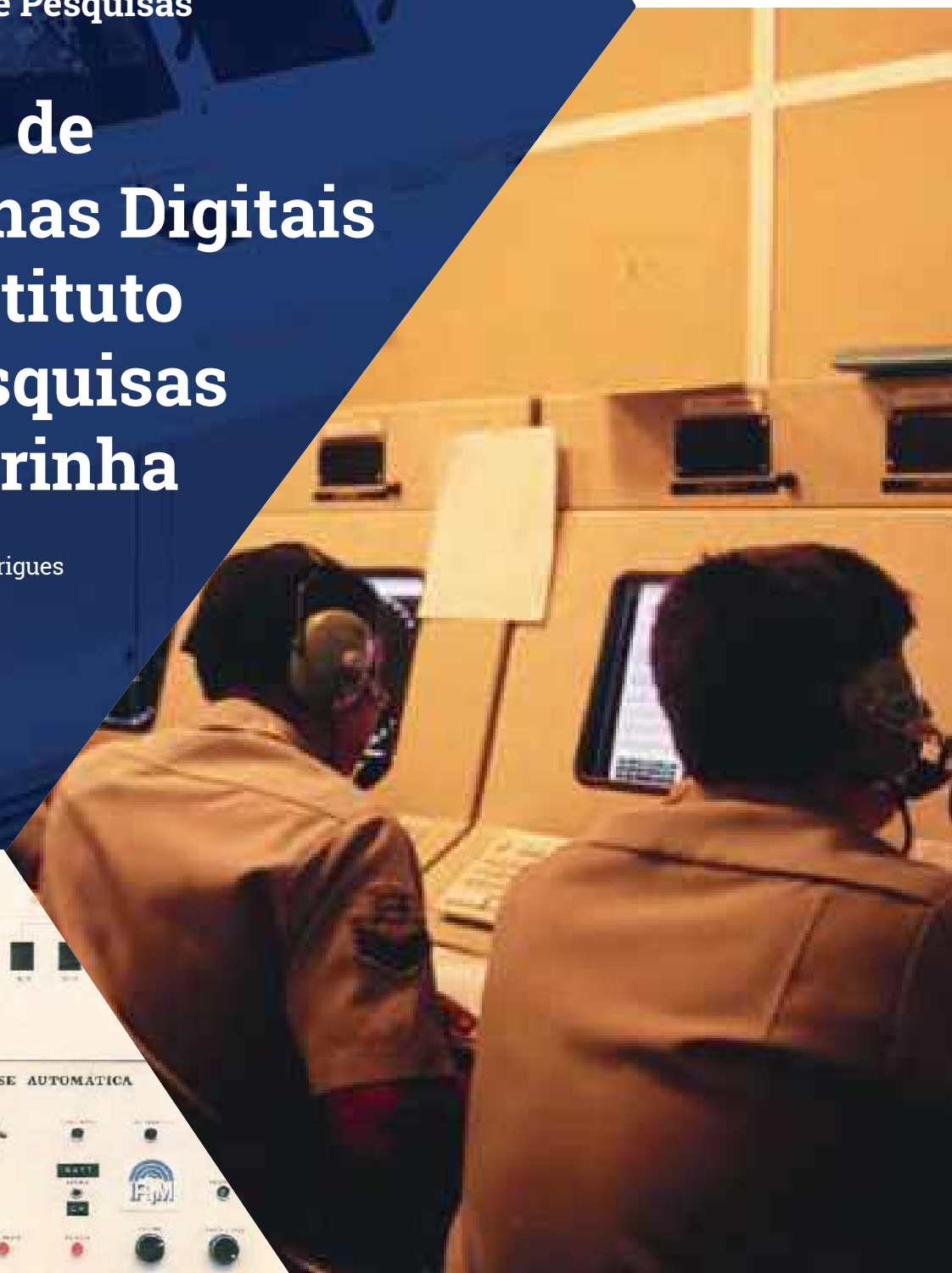
1- Oficial do Corpo de Engenheiro da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregado do Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos.

Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

► Grupos de Pesquisas

Grupo de Sistemas Digitais do Instituto de Pesquisas da Marinha

Por CC (T) Rui Rodrigues
de Mello Junior¹



1. Introdução

O Grupo de Sistemas Digitais é oriundo do Grupo de Eletrônica que tinha capacidade para desenvolver sua própria tecnologia no campo de eletrônica, com especial atenção para as áreas de Sistemas Digitais, Microprocessadores, Navegação Eletrônica, Detecção, Comunicações e Guerra Eletrônica. Além de manter estreita ligação com a Diretoria de Armamento e Comunicações da Marinha (DACM), atualmente DSAM, nos assuntos relativos aos projetos em andamento.

Em 19 de setembro de 1985, o Grupo de Sistemas Digitais era criado pela Portaria 0029, do Exmº Sr. Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha, que aprovava em caráter provisório o Regimento Interno, tendo como missão “MANTER A MARINHA COM CAPACIDADE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, MÉTODOS E PROCESSOS, E DE GERÊNCIA, ANÁLISE E ESTUDO DE VIABILIDADE DE PROJETOS NA ÁREA DE SISTEMAS DIGITAIS”. Finalmente, em 31 de agosto de 1989 foi aprovado pelo Exmº Sr. Diretor-Geral de Material da Marinha, o Regimento Interno ora em vigor. Os projetos em execução no Grupo de Eletrônica foram distribuídos pelos Grupos de Radar e Comunicações (IPqM-12) e Sistemas Digitais (IPqM-14), conforme suas áreas de atuação e a lotação foi fixada de acordo com o engajamento individual das pessoas nos projetos aquela época em desenvolvimento.



Figura 1
Grupo de Eletrônica

Encarregados do Grupo de Sistemas Digitais

CF (EN) Mário Agostinho de Freitas 1985 - 1987

CF (EN) Gilberto Ferreira de Oliveira Mota 1987 - 1990

CC Maurício de Menezes Cordeiro 1990 - 1992

CC (EN) João Roberto Vasconcellos Martins 1992 - 1993

CC Evandro Rui Condé Marlière 1993 - 1994

Tecnologista Senior III Paulo Pereira
Magano 1994 - 1995

CMG Maurício de Menezes Cordeiro 1995 - 1999

CMG (EN) João Roberto Vasconcellos
Martins 1999 - 2004

CMG João Alberto Vianna Tavares 2004 - 2007

CMG (EN) Luiz Alberto Lisboa da
Silva Cardoso 2007 - 2009

CMG (EN) João Luiz Marins 2009 - 2009

CMG José Joaquim Borges Ribeiro
de Andrada 2009 - 2010

CF (EN) Guilherme da Silva Sineiro 2010 - 2012

CF (EN) André Chaves Mendes 2012 - 2017

CF (EN) Adriano Guedes de Carvalho 2017 - 2019

CF (T) Mauro Medeiros Santos 2019 - 2019

CMG (EN) Carlos Alexandre Alcini 2019 - 2019

CF (EN) Ali Kamel Issmael Junior 2019-2022

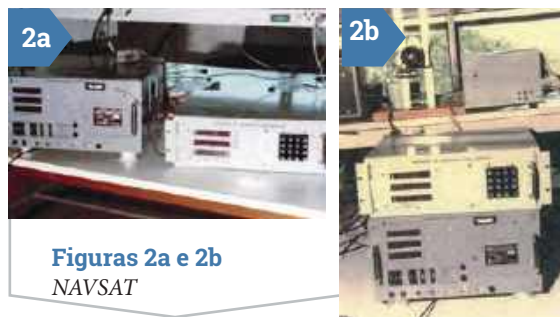
CF (EN) Márcio de Melo Silva 2022 - 2024

CC (T) Rui Rodrigues de Mello Junior 2024 - Atual

*postos à época

2. Primeiros projetos realizados pelo GSD

Destinado a atuar na área de sistemas digitais, o GSD então Grupo de Eletrônica, engajou-se no desenvolvimento de sistemas com base em microprocessadores durante a década de 70, tendo como primeiro projeto o Equipamento de Navegação por Satélite (NAVSAT).



Figuras 2a e 2b
NAVSAT

O segundo projeto com base em microprocessadores foi o Gerador de Alvos Radar (GAR), que atingiu o estágio operacional num período de tempo mais curto se comparado ao Navegador de Satélite (NAVSAT), certamente fruto de ganhos alcançados com a experiência anterior. A ideia deste equipamento surgiu da necessidade de se treinar pessoal especializado em operar as repetidoras radar dos navios da Marinha em salas de aula que simulassem o ambiente dos Centros de Informações e Combate dos navios. O intuito era de se criar um equipamento capaz de enviar a um grupo de repetidoras radar (operadas por alunos), sob o comando de um instrutor (isolado dos alunos), todo um panorama tático que incluísse uma diversidade de alvos em movimento, para que o aluno pudesse, dessa forma, exercitar em terra todas as atribuições de um operador de radar de navio. O software era capaz de criar, em qualquer posição e a qualquer tempo, sob o comando do instrutor, diversos alvos como fragatas, submarinos, helicópteros, mísseis, etc, assumindo automaticamente as características dos alvos reais como tamanho, faixas de velocidade possíveis, taxa de guinada, aceleração, etc. Além disso, o equipamento

possuía um relógio que permitia ao instrutor programar previamente as manobras de alvos, tanto individualmente como em grupo. Foi instalado no Centro de Adestramento Almirante Marques Leão (CAAML) e na Escola Naval.



Figuras 3a e 3b
GAR

Acreditando nos resultados atingidos e na capacitação adquirida pelos técnicos do IPqM, em 1981 a DACM (atualmente DSAM) se propôs a estimular o desenvolvimento do Sistema de Simulação Tática e Treinamento (SSTT) para instrução e adestramento de tripulações, sendo este o primeiro projeto de grande importância do GSD. Consistia em um sistema de simulação que tinha o propósito de possibilitar a instrução de Guardas-Marinha e o adestramento de tripulações de unidades aéreas e navais, na condução tática de navios, aeronaves e submarinos, através de operações simuladas no mar e no ar. Permitia diferentes níveis de dificuldades dos exercícios, não se propondo, entretanto, a adestrar as tripulações na operação de equipamentos específicos, mas sim, na correta utilização de procedimentos operativos. A utilização do simulador conduzia a uma grande redução nos custos do treinamento da Marinha, se comparado com o treinamento realizado no mar, a bordo de unidades reais. Além disso, o uso da simulação evitava as restrições impostas ao exercício por falta de situações táticas reais, principalmente aquelas relacionadas à guerra

eletrônica, ao número de alvos, ao armamento, além das decorrentes de impossibilidades ou risco de executar manobras de emergência.

O hardware (placas de circuito impresso e consoles) e o software foram totalmente desenvolvidos no IPqM. O SSTT foi instalado no Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) e a bordo do Navio-Escola *Brasil*.



4a



4b

Figuras 4a e 4b

Sistema de Simulação Tática e Treinamento (SSTT) - Versão 1

3. Demais projetos desenvolvidos pelo GSD

a) Unidade Morse Automática – UMA

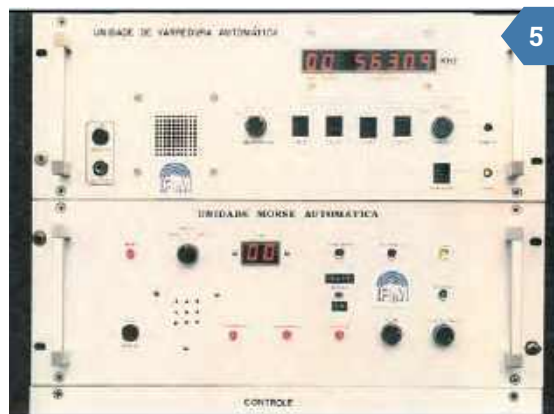
Foi projetada para traduzir para o Código Morse mensagens geradas em Código Baudot e vice-versa. Desta forma, podia-se receber e transmitir mensagens codificadas em Código Morse, sem auxílio de telegrafistas treinados. As mensagens eram transmitidas através de uma máquina teletipo (TTY) comum. Os sinais gerados em Código Baudot pelo TTY eram enviados à UMA, onde eram transformados em Código Morse antes de serem enviados ao transmissor.

Na recepção, ocorria o inverso. A mensagem recebida em Código Morse passava pela UMA que o transformava em Código Baudot antes de enviá-la à TTY.

b) Unidade de Varredura Automática – UVA

Foi projetada para operar com o receptor de MF/LF/HF, ET/URR-3, padronizado pela DACM. A

UVA permitia a monitoração de 100 canais de frequência selecionados pelo operador através do receptor ET/URR-3. Realizava varredura dos canais selecionados em dois modos distintos: MANUAL e AUTOMÁTICO. No modo manual, os canais eram comutados pelo operador. No modo, automático, os canais eram monitorados em sequência, em determinados intervalos de tempo, selecionados através do painel frontal da UVA.



5

Figuras 5
UMA e UVA

c) LOOP 150 – SDCD

O projeto constituiu-se em um Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) no qual as suas diversas funções, como aquisição, processamento remoto e atuação não estavam localizadas em um único computador de grande porte, mas sim distribuídas em diversos microprocessadores, garantindo assim, a integridade da estratégia de controle e aumentando a confiabilidade do sistema.

Foi desenvolvido para o controle de uma planta térmica geradora de energia elétrica experimental cuja configuração inicial previa cerca de 250 pontos de controle.

Devido à sua característica modular, podia ter facilmente sua capacidade ampliada e, através de facilidades na alteração das malhas de controle e da configuração da planta, ser usado em outras aplicações na área civil.

d) Cartucho das Fragatas – CARTFRAG

O Cartucho das Fragatas foi um projeto de substituição das unidades de fitas magnéticas inglesas utilizadas nas fragatas da Classe *Niterói*, por unidades de fitas-cartucho magnéticas. O sistema consistia em um sistema de gravação em fita-cartucho dos exercícios operativos conduzidos no mar, por fragatas, possibilitando sua análise e avaliação através de modernas técnicas de pesquisa operacional, permitindo, dessa forma, tanto às fragatas quanto ao Centro de Análise de Sistemas Navais verificar com dados reais a condição de sensores e de preparo operativo das unidades da MB.

e) Computador Preferencial Naval – CPN

O Computador Preferencial Naval (CPN) era o equipamento usado nos Projetos SSTT e LOOP-150. Tratava-se de um computador totalmente



6

Figuras 6 e 7
LOOP 150 –
SDCD e
CARTFRAG



7

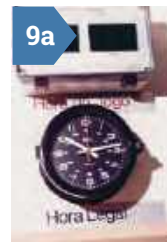
desenvolvido no IPqM com interfaces de comunicação serial e ligado em rede por fibra ótica, além de possuir interfaces para a monitoração de sensores. Permitia também multiprocessamento. Os microprocessadores utilizados foram os da linha Intel e o seu microprocessador principal foi o 8086.

f) Relógio de Jogo de Guerra

O projeto desenvolveu e implementou o Relógio do Jogo de Guerra Naval capaz de indicar em diversas salas a hora em vigor do jogo. O Relógio constava de um módulo central, com teclado, que permitia ao operador ajustar a hora simulada e a razão da contagem (mais lenta ou mais rápida), e dezoito repetidoras que mostravam a hora simulada. O Relógio foi dimensionado de forma que a hora simulada e a razão da contagem também pudessem ser ajustadas por um computador externo.



8



9a



9b

Figuras 8, 9a e 9b

Figura 8 CPN, figura 9a e 9b Relógio de Jogo de Guerra

g) Sistema de Processamento Distribuído de Informações Táticas de Apoio à Navegação - SITAN (Fase 1)

O projeto permitiu realizar as especificações, desenvolver e prontificar interfaces de Giro, Odômetro e Anemômetro, para operar em conjunto com um Sistema Distribuído de Informações Táticas e de Apoio à Navegação. Foi, também, desenvolvido um Link de Dados Táticos e iniciado o estudo para desenvolvimento do Extrator de Alvos Radar. O êxito alcançado e a capacitação adquirida pelo pessoal engajado neste projeto permitiu a proposta dos projetos SITAN (Fase 2) e SICONTA.

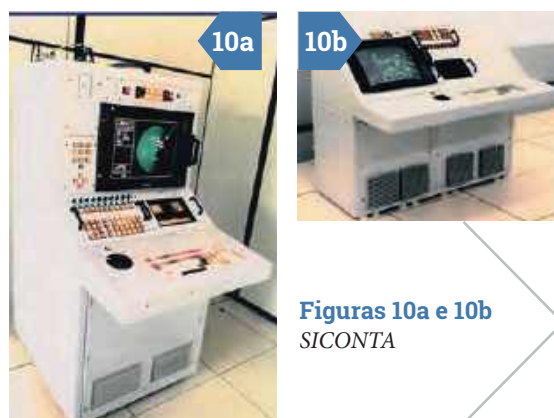
h) SITAN (Fase 2)

O projeto possibilitou a continuidade do desenvolvimento do protótipo de um Sistema de Processamento Distribuído de Informações Táticas e de Apoio à Navegação, semelhante ao CAAIS das Fragatas, utilizando, porém, tecnologia mais barata e mais moderna, baseada em microprocessadores e circuitos integrados em grande escala. Os principais objetivos alcançados foram o desenvolvimento de um terminal gráfico tipo *raster-scan* de alta resolução (em conjunto com a Indústria Nacional) e o desenvolvimento e implementação do Extrator de Alvos Radar e o EAD.

i) Sistema de Controle Tático – SICONTA

Instalado no NAe *Minas Gerais*, o SICONTA é um projeto pioneiro que colocou o Brasil em condição de igualdade aos sistemas similares desenvolvidos em outros países ditos de primeiro mundo. Era um sistema de comando e controle em tempo real, capaz de receber informações do mundo exterior através de diversos sensores, condensá-las e apresentá-las aos operadores em formato gráfico. O Sistema foi concebido como uma arquitetura modular e facilmente expansível, podendo ser adaptado a diversos tipos de aplicações militares e comerciais. O SICON-

TA possuía quatro macrofunções como: compilação do panorama tático, avaliação tática, resposta tática e serviços. Estas macrofunções permitiam o acompanhamento automático de alvos provenientes de sensores e link de dados, acompanhamento sintético de origens diversas introduzidas pelo operador, cálculos táticos, comunicação de dados entre navios (Link de Dados), priorização de ameaças (área, superfície e colisão), vetoração de aeronaves, designação de alvos para sistemas de armas, execução de interrogações automáticas ed IFF, navegação de precisão, apresentação de informações de consoles em sistema de projeção e emprego de planos aéreos e busca previamente armazenados. Tais funções eram acessadas através de comandos em tela do tipo *touch screen* e teclados.



Figuras 10a e 10b
SICONTA

4. Outros projetos concluídos e instalados

a) SSTT 1 e 2 (CAAML)

O projeto consistiu na implementação de um sistema capaz de possibilitar a instrução e o adestramento de Oficiais de unidades navais e aéreas, no comando e controle de navios, aeronaves e submarinos em operações simuladas no mar e no ar. Este simulador foi constituído de 15 cubículos para aspirantes e 1 para instrutor, além de um telão panorâmico para *briefing* e *debriefing*.



Figuras 11 e 12
SSTS versão 1 instalada
em 1993,
SSTS versão 1 instalada
em 2003

b) SSTS 1 e 2 (NE BRASIL)

O projeto consistiu na implementação de um sistema capaz de possibilitar a instrução e o adestramento de Oficiais de unidades navais e aéreas, no comando e controle de navios, aeronaves e submarinos em operações simuladas no mar e no ar. Este simulador foi constituído de 3 cubículos para aspirantes e 1 para instrutor, além de um telão panorâmico para *briefing* e *debriefing*.



Figuras 13
SSTS 1 (1993) e 2 (2003) - (NE BRASIL)

c) Simulador da Escola Naval (SIEN)

O Simulador da Escola Naval (SIEN) era um simulador de operações do Centro de Informações de Combate (CIC) e do passageiro dos navios da Marinha do Brasil (MB). Permitia a preparação, simulação e reprodução de exercícios táticos e de navegação e destinava-se ao ensino prático dos Aspirantes do Corpo da Ar-

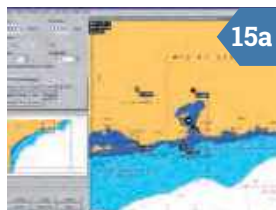
mada, visando familiarizá-los com os recursos e serviços básicos executados nos navios da MB.



Figuras 14a e 14b
Simulador da Escola
Naval (1996)

d) Terminal Tático Inteligente 2900 (TTI-2900)

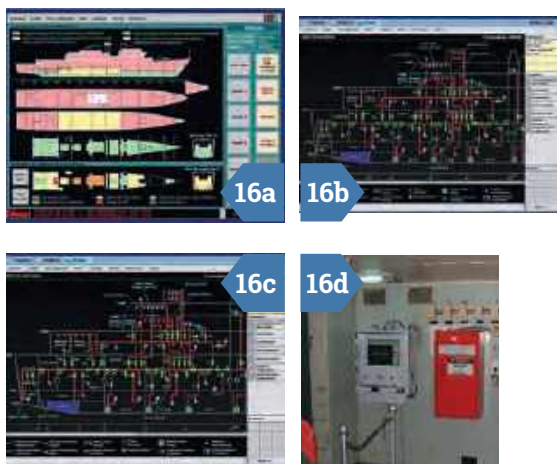
O TTI-2900 era um sistema de controle tático, baseado em arquitetura PC robustecida de baixo custo, projetado para ser empregado em plataformas de superfície e aéreas. Tinha como finalidade o uso mais eficiente dos sensores e sistemas da plataforma em tarefas como: compilação do cenário tático, avaliação de ameaças e resposta tática. O TTI-2900 podia operar tanto em modo *stand alone*, quando todas as entradas de dados e comandos eram processados por uma única CPU, quando integrado em um sistema distribuído, com vários consoles TTI conectados entre si ou com outros sistemas através de uma rede local. Foram instaladas unidades do TTI em 20 navios da Marinha brasileira e em duas fragatas da Armada do Uruguai.



Figuras 15a, 15b e 15c
Terminal Tático
Inteligente 2900 (TTI-
2900) - 1999

e) Sistema de Controle de Avarias (SCAV)

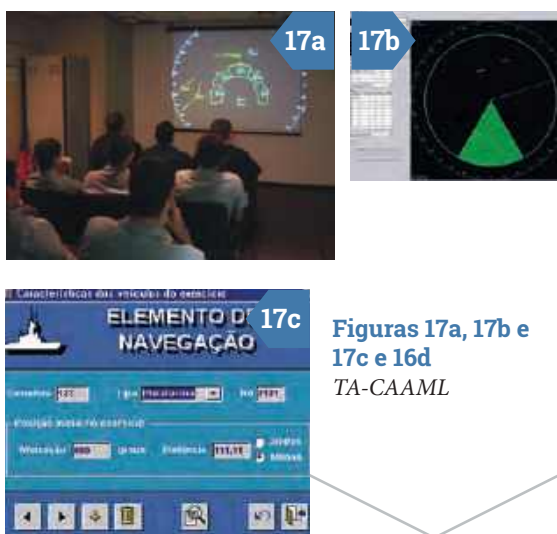
Tem por finalidade a monitoração e controle de avarias, apoio à decisão e cálculo de estabilidade. O primeiro SCAV foi instalado em 1999 na Fragata *Defensora*.



Figuras 16a, 16b, 16c e 16d
SCAV

f) Treinador de Ataque (TA-CAAML)

O Treinador de Ataque efetuava a geração de alvos submarinos para treinamento de uma equipe de guerra completa, englobando as estações: MANOBRA do SONAR e do COMBATE, de forma a adestrar os procedimentos de comunicações, avaliação, plotagem e táticas.



Figuras 17a, 17b e 17c e 16d
TA-CAAML

g) Sistema de Controle de Avarias Predial (SCAV – Predial)

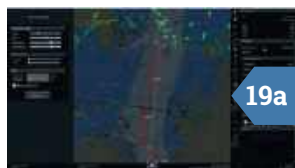
O Sistema de Controle de Avarias Predial foi projetado para atuar eficazmente em edificações de grande porte, como hospitais, escolas e indústrias, que necessitem de monitoração e atuação em: áreas com produtos inflamáveis estocados, processos onde haja risco de incêndio e de equipamentos que trabalham com temperaturas perigosas (motores, fornos, transformadores, etc...), áreas onde haja risco de alagamento e controle de área.



Figuras 18a e 18b
SCAV – Predial

h) Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE)

O CISNE tem por objetivo primário a navegação segura por meio de cartas eletrônicas vetoriais. Todas as funcionalidades pertinentes a um WECS (Warship Electronic Chart System) estão presentes em um modo imersivo de interação. Com suporte aos diversos padrões de armazenamento e exibição da Marinha e de outros domínios correlatos, o CISNE foi desenvolvido com uma arquitetura de sistema flexível, orientada a serviço e baseada em códigos abertos. O CISNE possui versões para diferentes plataformas (computadores industriais, computadores pessoais e dispositivos móveis) e objetivos distintos (navegação, vigilância e treinamento).



Figuras 19a e 19b
CISNE

i) Sistema de Simulação Tática e Treinamento 3 (SSTS3)

O SSTS3 (Sistema de Simulação Tática e Treinamento versão 3) é um simulador tático com propósito de instrução e adestramento de Aspirantes e Guardas-Marinha, além de adestramento de tripulações de unidades navais e aéreas. Suas funcionalidades permitem o adestramento no comando e controle de navios, aviões, helicópteros e submarinos, em operações conjuntas simuladas no mar e no ar, com diferentes níveis de aprofundamento tático, garantindo aos instrutores a criação de cenários diversos.



Figuras 20a e 20b
SSTS3

j) Simulador de Navegação (SimNav)

O SimNav tem como finalidade principal contribuir de forma efetiva para o adestramento de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante na operação de um ECDIS (sistema de navegação que atende aos requisitos da IMO). Será instalado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA) e no Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA). Também será útil para o adestramento dos Oficiais da Armada que trabalham a bordo de navios da MB. Este será o primeiro simulador nacional

de Navegação Eletrônica, aderente a Standards of Training Certification and Watchkeeping (STCW) da IMO, similar aos mais modernos disponíveis no mercado.



Figuras 21a e 21b
SimNav

k) Sistema Tático de Enlace em Rádiopropagação Naval (STERNA)

O Sistema Tático de Enlace em Rádiopropagação Naval (STERNA) é um projeto de P&D do Setor de CT&I da MB, iniciado em NOV2017, para permitir a substituição gradual do link YB por uma nova geração de Enlaces Automáticos de Dados. O STERNA permitirá o compartilhamento automático, seguro e, em tempo próximo do real, de informações táticas entre unidades operativas equipadas com link STERNA integrado a sistemas de combate/táticos compatíveis. Poderá também interfacear localmente com Multidata Link Processor (MDLP), para retransmissão de mensagens trocadas por outros links táticos.



Figura 22
STERNA

l) Sistema de Controle e Monitoração (SCM)

O SCM tem o objetivo de monitorar e controlar instalações propulsoras, fornecendo *set-points* para os reguladores de motores e turbinas, assim como monitorar e atuar em equipamentos auxiliares do navio. Além disso, inclui um subsistema que monitora a ocorrência de avarias diversas, auxiliando a tripulação no gerenciamento de situações de crise. Trata-se de um sistema desenvolvido sobre uma arquitetura distribuída, escalável, redundante e reutilizável utilizando hardware COTS.



Figura 23
SCM

m) Implantação do Laboratório Integrado de Sistema de Combate (LISC)

Execução da integração do pessoal e a instalação do material proveniente dos antigos Laboratórios de Desenvolvimento do Sistema de Combate (Combat System - CS) e do Integrated Platform Management System (IPMS), oriundos da Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN), na estrutura administrativa do IPqM-10.



Figura 24
Laboratório de Integração de Sistema de Combate

n) Sistema de Consciência Situacional Unificado por Aquisição de Informações Marítimas - versão 2 (SCUA-2)

Desenvolvimento do Sistema de Consciência Situacional Unificado por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA), em sua segunda versão, com o aprimoramento e implantação de sistema de vigilância para o Comando de Operações Navais (ComOpNav) e para os Distritos Navais, que monitore o tráfego marítimo, auxilie operações de busca e salvamento e dê suporte às tarefas em situações de conflito, provendo consciência situacional do contexto militar-naval por meio da integração de dados de sensores ativos e passivos instalados em estações de vigilância na costa do Estado do Rio de Janeiro e Unidades de Vigilância a serem adquiridas pela MB, além de sistemas legados. Esse aprimoramento inclui o aperfeiçoamento dos modelos matemáticos e do software da 1ª versão do sistema, bem como incorporação de funcionalidades e integração com diversos sistemas novos e legados da MB, governamentais e estações de vigilância, visando prover a melhoria contínua da consciência situacional da MB. Data de Término Previsto: JUN2025.

o) Combatente do Futuro – FINEP

Desenvolver um sistema de monitoração vestível equipado com sensores para medição dos sinais vitais e monitoramento da cinemática do combatente, com sensores para captura de

imagens e equipamentos para comunicação. No projeto está previsto o emprego de dispositivo móvel, sensor de GPS, *smart watch*, câmera com infravermelho e equipamento de comunicação. Com o projeto pretende-se desenvolver um módulo do SisGAAz que permita a monitoração com vistas à compreensão do teatro de operações e o aumento da consciência situacional em terra, com o acompanhamento de militares combatentes em diferentes granularidades, desde a monitoração de um indivíduo até entes de maior granularidade, como tropas e ou batalhões. Data de Término Previsto: DEZ2024.

p) Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul - FINEP (SisGAAz-FINEP)

Projeto de pesquisa básica e aplicada em fusão de dados, com desenvolvimento de algoritmos a serem aplicados em um sistema de comando e controle para MB, visando ao monitoramento do tráfego marítimo e provendo um aumento da consciência situacional do contexto militar naval por meio da integração de dados de sensores ativos (radares) e passivos (sensores acústicos e câmeras) instalados em estações de vigilância na costa do estado do Rio de Janeiro, além de sistemas legados. Para realização do projeto está previsto dentro do seu escopo a implantação de estações de vigilância radar e sonar para aquisição de dados e implementação do algoritmo de fusão. Data de Término Previsto: DEZ2024.

q) Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo) para os Navios da Classe Amazonas

Desenvolvimento, testes e implantação, nos três navios de patrulha oceânica (NPaOc) da Classe Amazonas (*Apa*, *Araguari* e *Amazonas*), de um sistema embarcado que possibilite comando e

controle dos navios, com a integração tanto dos sensores de navegação do meio quanto dos sistemas radar e de arma, via alça optrônica. O SisC2Geo como sistema tático deve processar os diversos dados recebidos e apresentá-los de forma compilada e clara ao operar para tomada de decisão. A motivação desse projeto teve origem no restabelecimento da capacidade operacional plena do sistema tático desses meios. Data de Término Previsto: JUN2026.

5. Conclusão

Ao longo de quase quatro décadas, o Grupo de Sistemas Digitais do Instituto de Pesquisas da Marinha acumulou expertise em áreas de conhecimento que hoje são aplicadas a diversos projetos e sistemas de responsabilidade do IPqM.

Desta forma, o grupo atua na Área Temática (AT) de Plataformas Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais, especificamente nas Linhas de Pesquisa (LP) de Controle e Monitoramento de Propulsão, Auxiliares e Controle de Avarias, Simulação Computacional e Automação e Controle. O GSD também atua na AT de Sistemas de Comando e Controle, nas LP de Sistemas de comunicação com RF, Emprego de redes rádio com protocolo IP, Sistemas táticos, Fusão de dados, Inteligência computacional, Inteligência artificial e “E- Navigation” (“enhanced navigation”). Assim, o grupo contribui para as áreas finalísticas do IPqM, conforme preconizado no Planejamento Estratégico Organizacional do IPqM para o horizonte de 2023 a 2027.

Tal capacidade contribui não só para o cumprimento da missão do IPqM, mas também da Marinha do Brasil, contribuindo para a independência tecnológica e soberania nacional. 🌟

Nota de Fim

1- Oficial do Quadro Técnico da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregado do Grupo de Sistemas Digitais (IPqM-14). Doutor e Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação pela Uni-

versidade Federal do Rio de Janeiro (PESC/COPPE/UFRJ) e Bacharel em Ciência da Computação com ênfase em Software Básico pela Universidade Católica de Petrópolis (UCP).

► Grupos de Pesquisa

Grupo de Tecnologia de Materiais do Instituto de Pesquisas da Marinha

Por CC (EN) Priscila Simões Teixeira Amaral¹ e SCNS Roberto da Costa Lima²



1. Introdução

O Grupo de Tecnologia de Materiais (GTM) compete, especificamente, coordenar as atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de prestação de serviços tecnológicos relativos às aplicações navais nas áreas de conhecimento de ciência dos materiais e processos químicos. O Grupo desenvolve atividades de síntese, processamento e caracterização de materiais cerâmicos, poliméricos e compostos, para aplicações diversas na área de defesa, tais como: Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE), cerâmicas estruturais para proteção balística, cerâmicas piezoelétricas para uso em transdutores hidroacústicos, materiais energéticos, dentre outros. Atua ainda na área de processos da engenharia química, em especial no que se refere à modelagem, simulação e otimização de processos químicos para controle de atmosferas em espaços confinados.

2. História do Grupo

O Grupo de Tecnologia de Materiais teve origem na Divisão de Química do então Grupo de Armamento (hoje Grupo de Sistemas de Armas) com área de atuação voltada para desenvolvimento de propelentes compostos e formulação de pirotécnicos para iniciadores e misturas fumígenas.

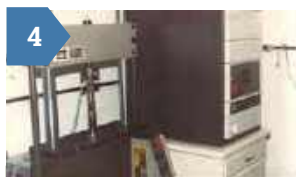
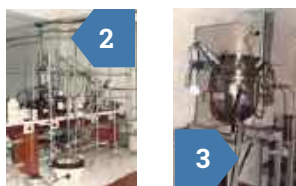
Em 1989, a Divisão de Química passou à categoria de Grupo devido à diversificação de suas linhas de pesquisa, recebendo o nome de Grupo de Materiais e o indicativo IPqM-15. Além da pesquisa e desenvolvimento na área de propelentes e pirotécnicos, síntese orgânica e análise instrumental, teve início o desenvolvimento de pesquisas em cerâmicas piezoelétricas. Nessa época, o Grupo de Materiais era formado por quatro divisões, a saber: Coordenação e Apoio (151), Propelentes e Pirotécnicos (152), Química Fina (153) e Cerâmicas (154).

Seu primeiro encarregado foi o SCNS José Arthur Machado Pinheiro Alonso, seguido do Comandante Andrade, engenheiro mecânico, oficial recentemente chegado ao Instituto de Pesquisas da Marinha à época. O Grupo de Materiais contava com 40 servidores entre civis e militares. Naquela ocasião, o Grupo de Materiais, além de compartimentos para a chefia, secretaria e salas de pesquisadores, contava com um Laboratório Central, Laboratório de Síntese, três Laboratórios de Análise Instrumental, Laboratório de Pirotécnicos, Fábrica Semi-piloto, Micro-Usina, Paiol de Reagentes, Paiol de Perclorato e Paiol de Explosivos.

Esses laboratórios eram equipados com vidrarias, equipamentos de proteção (capelas, chuveiro e lava-olhos), misturadores do tipo planetário e sigma para material compósito, equipamentos de apoio (banhos, centrífugas, placa de aquecimento, bombas de médio e alto vácuo), espectrofotômetro de infravermelho, espectrofotômetro de ultravioleta, cromatógrafo líquido, cromatógrafo gasoso, equipamento para determinação de ponto de fusão e ebulição, microscópio, balanças analíticas, equipamento para medida de resistência mecânica e microscópio eletrônico. Na Figura 1 e nas Figuras 2, 3 e 4 (na página seguinte), podem ser visualizadas as instalações antigas do Grupo.

3. Evolução da estrutura administrativa até a atual organização do Grupo





Figuras 1, 2, 3 e 4
Usina Semi-Piloto,
Aparelhagem de
Destilação,
Misturador a Vácuo e
Máquina de Ensaio de
Tração e Estufa

Assim como o Instituto de Pesquisas da Marinha passou por reestruturações administrativas desde a sua criação, o Grupo de Tecnologia de Materiais também, se modificou, aumentou e até mesmo veio a ser parcialmente extinto em 2007, permanecendo nas instalações do Grupo apenas a Divisão 152 (Propelentes e Pirotécnicos). As demais divisões, a saber: 151, 153 e 154, tiveram seus pesquisadores direcionados para outros grupos do IPqM, respectivamente, para Administração, Radar e Sonar. Contudo, os laboratórios permaneceram montados por não haver condição de transportar os equipamentos na ocasião.

Em 2008, o Grupo foi reativado e os servidores retornaram. O nome permaneceu o mesmo, a organização interna também, contudo, houve a perda do espaço do laboratório da Fábrica-Piloto e de alguns equipamentos por falta de manutenção e dificuldade de reposição de peças sobressalentes por obsolescência.

Em 2014, após uma reorganização interna, o Grupo passou a ser denominado por Grupo de Tecnologia de Materiais, e, de quatro divisões passou a ter somente duas: Divisão 151 (Coordenação e Apoio) e Divisão 152 (Divisão de Projetos), que reuniu todas as outras divisões-técnicas em uma única divisão de projetos.

Em 2019, nova estruturação do IPqM ocasionou uma nova organização interna nos Grupos. Dessa forma, o Grupo de Materiais (IPqM-15) voltou a ter 4 Divisões: 151 (Coordenação e Apoio), 152 (Polímeros), 153 (Processos Químicos) e 154 (Cerâmicas Avançadas).

Desde a sua criação, o Grupo de Tecnologia de Materiais teve como Encarregados os seguintes Oficiais:

Encarregados do Grupo de Tecnologia de Materiais

1989	SCNS José Arthur Machado Pinheiro Alonso/ Comandante Andrade
1990-1993	CF (QC-EN) Sauma Aquim
1993-1996	SCNS José Arthur Machado Pinheiro Alonso
1996-1997	CF (EN) Jair Avena
1998-2001	CF (EN) Maurício Kiwielewicz
2002-2004	CC (EN) Maria Luisa Gregori
2005- 2007	CC (EN) Marta Monteiro Machado
2007-2008	O Grupo de Materiais foi desativado parcialmente, restando no Grupo apenas a Divisão 152 com SCNS Regina Céli Pereira dos Santos e SCNS Arnaldo Miceli. Os demais, foram realocados em outros Grupos
2008 - 2009	CF (EN) Guilherme da Silva Sineiro
2010 - 2014	CC (EN) Ana Paula Santiago De Falco
2014 - 2015	CF (EN) Wallace Affonso Alves
2015 - 2021	CF (EN) Ana Paula Santiago De Falco
2021 - atual	CC(EN) Priscila Simões Teixeira Amaral

*postos à época

4. Trabalhos desenvolvidos

1. 1982-1986: Ainda Divisão de Química do Grupo de Armamento

As pesquisas eram voltadas para área de propelente compósito, formulações pirotécnicas fumígenas e de mistos para iniciadores. O projeto era o desenvolvimento de propelente compósito para substituição do propelente base dupla do foguete *Chaff*.

A partir de 1986, a Divisão de Química foi acrescida dos pesquisadores do Grupo de Bioquímica, havia sido desativado, e foi construído um laboratório de síntese orgânica para receber equipamentos do grupo extinto.

O Grupo de Bioquímica era conhecido por pesquisa, desenvolvimento e síntese de medicamentos contra doenças tropicais. Detinham também o conhecimento de substâncias como a neostigmina, usada como antídoto na Toxicologia, e pralidoxima, este usado em combates como antídoto para envenenamento por organofosfatos ou inibidores da acetilcolinesterase.

Dessa forma, a capacitação da Divisão de Química ampliou e consolidou-se nas áreas de Síntese Orgânica e Materiais Energéticos.

Com a capacitação em síntese orgânica, foi possível a síntese do MAPO aditivo para melhoria das características mecânicas de propelentes compósitos.

2. 1987-1989: Reestruturação Administrativa

Nesse período, a Divisão de Química foi elevada a Grupo de Materiais e nessa época outra linha de pesquisa foi introduzida: Cerâmicas Piezoelétricas.

3. 1990-Atual: Reestruturação de Carreiras

A reestruturação de carreira civil foi fundamental para o desenvolvimento científico do Grupo de Materiais. Primeiro, os servidores civis

passaram a Regime Jurídico Único (RJU) e em 1991-1993 passaram a integrar a Carreira de Ciência e Tecnologia. Nessa Carreira, foi possível o aprimoramento da formação técnico-científica dos servidores do Grupo, e várias dissertações de mestrado e teses de doutorado foram defendidas, assim como vários artigos publicados e apresentados em congressos.

O escopo de pesquisa do Grupo de Materiais foi aumentado com as áreas de Materiais Absorvedores de Energia Eletromagnéticas e Cerâmicas Estruturais.

Mais recentemente, foi incluída entre as áreas de pesquisa e desenvolvimento do Grupo o projeto de Descontaminação de Atmosferas Confinadas.

Além das áreas de pesquisa e desenvolvimento do Grupo, os pesquisadores atuam em projetos em áreas afins conjuntamente com parceiros externos (empresas, universidades/institutos civis militares - EB e FAB).

5. Projetos atuais

Sistema de Remoção de Contaminantes (SRC)

Os submarinos são uma arma de guerra cuja característica principal é a ocultação, portanto devem permanecer o máximo de tempo possível submersos. Por isso, um dos maiores desafios tecnológicos é a renovação da sua atmosfera, que se degrada principalmente devido à tripulação. A respiração humana consome oxigênio (O_2) e gera dióxido de carbono (CO_2), portanto, a quantidade de CO_2 aumenta com o tempo em um ambiente fechado.

O projeto Sistema de Remoção de Contaminantes (SRC) tem o objetivo de desenvolver um sistema que proporcione uma atmosfera habitável nos submarinos, por meio do estudo do processo de remoção de CO_2 . O projeto inclui a pron-

tificação de uma Unidade de Bancada e, posteriormente, de uma Unidade-Piloto.



Figura 5

Demonstrador de Tecnologia do Projeto SRC

Agente de Ligação (AGLIG)

O projeto intitulado como “Desenvolvimento de agente de ligação para formulações de propelente do tipo compósito (AGLIG)” tem por objetivo desenvolver nacionalmente a síntese de agente de ligação. Essa molécula é imprescindível para que as formulações de propelentes do tipo compósito atinjam propriedades mecânicas adequadas para a propulsão de mísseis, foguetes e munições de alcance estendido.

Esse projeto é fruto da aprovação na chamada pública CNPq/AEB/MCTI/FNDCT Nº 20/2022– Programa UNIESPAÇO, teve seu início em 2023 e conta com a parceria das universidades UERJ,UFRJ e também com a empresa da Base Industrial de Defesa (Avibras).

Base Bleed

Desde 2011, o IPqM estabeleceu uma parceria com a EMGEPRON, por meio do GTM e da Fábrica de Munições Almirante Jurandyr da Cos-

ta Müller e Campos. Em termos estratégicos, a parceria visa o desenvolvimento de tecnologias de caracterização e produção de formulações aplicadas em grão propelente gerador de gás (Figura 6). Esses são instalados na parte traseira de projéteis para gerar gases a alta temperatura e velocidade durante o voo supersônico da munição, de modo a diminuir o arraste de base e possibilitar um aumento de até 30% no alcance em relação à munição convencional.

Partindo da necessidade do desenvolvimento desse sistema pela Fábrica de Munições Almirante Jurandyr da Costa Müller de Campos (FAJCMC), gerenciada pela EMGEPRON, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), por meio do GTM, atua desde 2011 no desenvolvimento de propelente do tipo compósito para unidades *base bleed* de munições de alcance estendido.

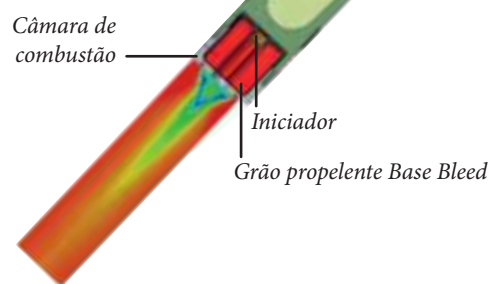


Figura 6

Tiro de Projétil com Grão Propelente Base Bleed.

Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Bacia de Santos (PMPAS/BS)

O GTM realiza pesquisa nas áreas de polímeros e cerâmicas piezoelétricas para desenvolvimento de um hidrofone nacional.

- **Desenvolvimento de Cerâmicas Tipo Piezoelétricas**

Dentro do Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Bacia de Santos (PMPAS - BS), projeto este do Grupo de Sistemas Acústicos Submarino do IPqM, o Grupo de Tecnologia de Materiais tem por objetivo específico desenvolver cerâmicas do tipo piezoelétrica para utilização em hidrofones no Brasil que atendam aos requisitos dos observatórios submarinos e apresentem elevado índice de nacionalização de materiais e componentes.

- **Desenvolvimento de Elastômero**

O GTM atua na área de pesquisa e desenvolvimento de polímeros e elastômeros para aplicação em propelentes compósitos, bem como em materiais de absorção de radiação eletromagnética. Devido a essa expertise, em 2016, o GTM colaborou com o Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos (GSAS) na participação de um projeto de nacionalização de elastômeros para encapsulamento de transdutores hidroacústicos, atuando desde



7

a caracterização até o desenvolvimento de formulações.

A participação do GTM nesse importante projeto trouxe diversos benefícios ao grupo, não só em termos de equipamentos como também em termos de parcerias e novas tecnologias.

- **Assessoria Científica NBQR**

Desde 2011, o Grupo de Tecnologia de Materiais presta assessoria científica na área NBQR ao Corpo de Fuzileiros Navais com participação na criação do SisDefNBQR, em reuniões da CoPANBQR, na Copa do Mundo de 2014, Olimpíadas 2016 e nos testes de proficiência da Organização de Prevenção a Armas Químicas (OPAQ) tanto com pessoal como com os laboratórios para execução dos testes (Figuras 7 e 8).



8

Figura 7

Apoio NBQR na Copa do Mundo de 2014.

Figura 8

Apoio NBQR nas Olimpíadas de 2016

6. Infraestrutura laboratorial atual do Grupo



Figura 9

Laboratório de Análise Térmica e Calorimetria

Figura 10

Laboratório de Processamento de Pós-Cerâmicos

Figura 11

Laboratório de Controle Atmosférico



Figura 12

Sala de Pressas

Figura 13

Laboratório de Difractometria de Raios X (DRX)

Figura 14

Laboratório de Micro-ondas



Figura 15

Laboratório de Polarização de Cerâmicas

Figura 16

Laboratório de Tecnologias em Energias Sustentáveis

7. Tripulação atual do Grupo

CC (EN) Priscila Simões Teixeira Amaral

CC (RM3-EN) Fernanda Santos da Luz

CT (EN) Felipe Brandão de Souza Mendes

CT (EN) Vinicius Freitas Caetano

1T(EN) Foluke Salgado de Assis

1T (EN) Paulo Christian Sedrez

1T (EN) Juan Peixoto Barroco Magalhães

1T (EN) João Paulo da Silva Queiroz Menezes

SC NS Roberto da Costa Lima

SC NS Maurício Ferrapontoff Lemos

SC NS Constança Amaro de Azevedo

3 SG-QI Taísi de Oliveira Araújo Souza

3SG-DT Roberto Corrêa de Oliveira

3SG RM2-TE Ana Paula da Silva

CB RM2-QI Daiana da Silva Simas

SC NM Jairo Moura de Melo

SC NA Mario Antônio Mendonça Figueiredo

8. Encontro Técnico em Materiais e Química (ETMQ)

O Encontro Técnico de Materiais e Química é um evento organizado pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) tendo como objetivo principal promover o intercâmbio de informações entre pesquisadores, engenheiros e técnicos nas áreas de materiais e química. Visa também estimular o desenvolvimento de atividades científico-tecnológicas de interesse da Marinha do Brasil (MB), Ministério da Defesa (MD) e da comunidade científica em geral.

A última edição do Encontro (Figuras 17a, 17b, 17c e 17d) ocorreu nos dias 22 e 23 de Novembro de 2023, no auditório do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). No 11º Encontro Técnico de Materiais e Química (ETMQ11), houve a discussão dos temas Materiais Energéticos, Cerâmicos e Poliméricos, Metamateriais, Nanotecnologia e Energias Sustentáveis.

A linha do tempo acima apresenta de forma consolidada as datas e locais de realização dos ETMQ.



**Figuras
17a, 17b**

*11º Encontro
Técnico de
Materiais e
Química*

1994

1º ETMQ
8 a 10
de novembro

1997

2º ETMQ
16 a 18
de setembro

1999

3º ETMQ
5 a 7
de outubro

2001

4º ETMQ
12 a 14
de novembro

2005

5º ETMQ
29 e 30
de novembro

2010

6º ETMQ
17 a 19
de novembro



Figuras 17c e 17d
11º Encontro Técnico de Materiais e
Química



2012

7º ETMQ

24 a 26
de outubro

2015

8º ETMQ

26 e 27
de novembro

2017

9º ETMQ

22 e 23
de novembro

2019

10º ETMQ

27 a 29
de novembro

2023

11º ETMQ

22 e 23
de novembro

9. Perspectivas

As perspectivas na pesquisa de materiais e química em defesa são bastante promissoras, com várias áreas de desenvolvimento que podem impactar significativamente a eficácia e a segurança das operações militares. As tendências em destaque incluem os materiais avançados no que tange ao desenvolvimento de materiais mais leves, mais fortes e resistentes, de compósitos avançados e nanomateriais. Ressalta-se também os materiais inteligentes como capacidade de se autorreparar, se adaptar a diferentes condições ambientais ou mudar suas propriedades em resposta a estímulos externos. Outro destaque são os metamateriais

que são materiais artificiais com propriedades que não são encontradas naturalmente, como a capacidade de criar, por exemplo, a invisibilidade; além do desenvolvimento de sensores e detectores mais sensíveis e seletivos, permitindo uma melhor detecção de ameaças. Cita-se também a reciclagem e sustentabilidade no que se refere a processos mais sustentáveis e de baixo impacto ambiental para as operações militares.

Logo, a pesquisa em materiais têm o potencial de melhorar significativamente a capacidade das Forças Armadas de se adaptar a novos desafios e ameaças, ao mesmo tempo em que reduzem os riscos para os militares e o meio ambiente. 🌱

Notas de Fim

1- CC (EN) **Priscila Simões Teixeira Amaral**- Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregada do Grupo de Tecnologia de Materiais (IPqM-15). Mestre e Doutora em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2 - SCNS **Roberto da Costa Lima** - Servidor Civil Nível Superior do Instituto de Pesquisas da Marinha, Engenheiro Químico, Encarregado da Divisão de Cerâmicas Avançadas do Grupo de Tecnologia de Materiais, Mestre e Doutor em Engenharia de Materiais pela COPPE/UFRJ. Especialista em Cerâmicas Eletrônicas com foco em Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética na faixa de Micro-ondas, Radomes e Materiais Magnéticos.

► Artigos Livres

Índice Kappa como Medida de Confiabilidade da Classificação de Sinais de Radar Modulados

Por Antonio Carlos Benecase Junior,
SCNS Aline de Oliveira Pinto Silva,
SCNS Jorge Costa Pires Filho
e SCNS Rodrigo da Silva Moreira¹



Resumo

Os receptores digitais passivos de equipamentos MAGE (Medida de Apoio à Guerra Eletrônica) são projetados para detectar a presença de sinais de radar de transmissores mal-intencionados em um cenário tático. Para tanto, é importante realizar a identificação automática do tipo de modulação intrapulso. Este artigo compara a eficiência de três classificadores desenvolvidos para identificar o tipo de modulação intrapulso presente em sinais de radar utilizando o índice Kappa e a acurácia. O índice Kappa é utilizado para medir a confiabilidade de classificadores, mas não é amplamente utilizado na avaliação de desempenho de sinais de radar. Esses classificadores utilizam diferentes técnicas de Inteligência Artificial: Redes Neurais Elman, Redes Neurais Convolucionais (CNN) e Máquinas de Vetores de Suporte (SVM). Utilizando sinais de radar simulados em MATLAB, o classificador baseado na técnica CNN obteve os melhores resultados.

Palavras-chave - Classificação; Índice Kappa; Sinais Radar; Modulação; Inteligência Artificial.

1. Introdução

No atual cenário de conflitos militares, o controle do espectro eletromagnético é essencial para obter vantagens táticas nas operações militares. A disputa pelo controle do espectro eletromagnético impulsiona avanços tecnológicos nas áreas de defesa e segurança, levando ao aprimoramento das Capacidades de Guerra Eletrônica para forças militares em todo o mundo.

A classificação da modulação intrapulso é crucial para a identificação de ameaças. Alguns classificadores exploram características extraídas no plano tempo-frequência (TF), resultantes de transformações como STFT (Ghadimi, 2020),

Distribuição Choi-William (CWD)(Guo, 2022; Quan, 2022), Distribuição Wigner Ville (WVD) (Kishore, 2017), entre outros, aplicado a amostras digitalizadas, para identificar o tipo de modulação intrapulso. Outros autores (Yang, 2017; VANHOY, 2017; Chilukuri, 2020) propuseram analisar os sinais de radar em um domínio espectral onde é possível estimar características do sinal como largura de banda e frequência central de forma mais eficiente do que usando o plano TF. ZHANG (ZHANG, 2016), propôs extrair características no domínio do tempo, como momento, cumulante e fase instantânea, obtendo bons resultados.

A utilização de técnicas de IA nos classificadores justifica-se pelo grande número de artigos encontrados na literatura afirmando sua eficácia na classificação de modulação de sinais de radar. Sua capacidade de generalização garante a eficácia mesmo sob condições de baixa razão sinal-ruído (SNR). Os algoritmos de IA geram modelos matemáticos estatísticos, distinguindo-os dos modelos teóricos que normalmente assumem um comportamento físico ou esperado. Assim, as técnicas de IA tornam-se mais robustas face a mudanças imprevistas.

2. Propósito

O objetivo deste artigo é contribuir para a compreensão das aplicações de técnicas de IA na classificação de sinais de radar modulados, abrindo novos horizontes para o avanço das Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica na Marinha do Brasil, por meio da realização de uma análise comparativa da eficácia de três classificadores baseados em Aprendizado de Máquina através do uso do índice Kappa e medidas de acurácia. Os objetivos específicos incluem testar a implementação dos três classificadores de sinais de radar. Eles utilizam as técnicas computacionais Support Vector Machine (SVM), Convolutional Neural Network (CNN) e Elman Neural Network. Os resultados, obtidos a par-

tir das simulações realizadas com o software MATLAB permitiram determinar qual dos três classificadores é o mais adequado para cada tipo de modulação testada.

3. Metodologia

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre três classificadores. Dois dos classificadores foram desenvolvidos com base em duas arquiteturas de redes neurais artificiais diferentes: uma baseada na rede neural Elman (ZHANG, 2016) e a outra na CNN (KONG, 2018). Além destes, foi criado o terceiro classificador baseado na SVM (Cho, 2000).

Para realizar a comparação, foram realizadas simulações utilizando o software MATLAB para analisar os resultados de classificação de diversos sinais de radar com modulação FMOP, modulação PMOP e pulsos sem qualquer modulação. Em relação ao FMOP, apenas o LFM foi analisado. Quanto ao PMOP, a investigação estendeu-se ao código Barker13 bem como às modulações polifásicas - Frank(Frank 1963) P1(Lewis 1981) P2(Lewis 1981) P3(Lewis 1982) e P4(Lewis, 1982) - e modulações politemporais (Fielding, 1999) - T1, T2, T3 e T4. A SNR quantifica a razão entre a potência média do sinal e a potência média do ruído. A equação 1 expressa essa razão em decibéis (dB) e a potência média do sinal e a do ruído são dadas pela equação 2, onde N representa a quantidade de amostras:

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{sinal}}}{P_{\text{ruído}}} \right) \quad (1)$$

$$P = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{amostra}(k)^2 \quad (2)$$

Os valores de SNR simulados em dB foram os seguintes: 15, 10, 5, 2,5, 0, -2,5, -5, -7,5, -10, -12,5, -15, -17,5, -20, -25. O ruído considerado foi o Ruído Branco Gaussiano. Para a largura de pul-

so (PW), foram adotados os seguintes valores em microssegundos (μs): [6,5, 8, 10, 12,5, 15]. O conjunto de dados foi dividido em conjunto de treinamento (70% dos dados) e conjunto de teste (30% dos dados). Na verdade, para cada PW e SNR, foi realizada, no conjunto de dados, uma divisão de 70% e 30% para treinamento e teste respectivamente.

São empregados métodos estatísticos, como o índice kappa (COHEN, 1960) e a análise da acurácia de cada algoritmo na classificação através das matrizes de confusão obtidas com as simulações.

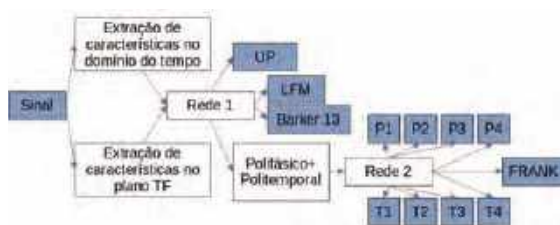
4. Classificador baseado na rede neural de Elman

Este classificador foi inspirado no artigo (ZHANG, 2016). É composto por quatro módulos: Estimar Características do Sinal no Domínio do Tempo, Processar TF, Extrair Características no Plano TF e Classificar. A classificação é feita em duas etapas. Cada uma utiliza uma rede neural de Elman para reduzir o número de características analisadas em cada etapa. A Rede 1 classifica os sinais de entrada em 4 classes: Costas, LFM, Bifásico e Polifásico. Os polifásicos são separados em 5 classes no segundo estágio: FRANK, P1, P2, P3, P4.

O classificador baseado na rede neural de Elman proposto neste artigo (Figura 1) utiliza as mesmas características de entrada propostos em (ZHANG, 2016). Os sinais são classificados em 4 classes no primeiro estágio: Pulso Não Modulado (UP), LFM, Barker13 e FASE (polifásico e politemporal). Os sinais FASE seguem para a rede 2 para serem classificados como P1, P2, P3, P4, Frank, T1, T2, T3 e T4.

Uma das diferenças entre a proposta feita em (ZHANG, 2016) e este artigo está na distribuição das classes entre as redes 1 e 2. Neste artigo, UP substitui a Classe Costas. Esta última

Figura 1
classificador baseado na rede
neural de Elman



pode ser considerada uma combinação de UPs em frequências diferentes. Barker13 na rede 1 substitui os sinais modulados bifásicos. Isso não torna a rede 1 significativamente diferente da proposta em (ZHANG, 2016), pois Barker é um tipo de modulação bifásica. Outra diferença é o uso da Transformada de Fourier de Tempo Curto (STFT) no módulo Processar TF em vez da Transformada de Choi-Williams utilizada por ZHANG porque o tempo de processamento é menor, conforme verificado por simulações no MATLAB.

5. Classificador baseado na CNN

O segundo classificador é baseado no modelo proposto em (KONG, 2018). O modelo é composto por 4 módulos (Figura 2): Aplicar a STFT, Extrair o *Bounding Box* (BB), Redimensionar pelo Método do Vizinho Mais Próximo e Classificar pela CNN. A CNN é uma técnica de IA que visa imitar a percepção da visão humana na classificação de imagens (LECUN, 1998). A imagem é interpretada como um paralelepípedo retangular formado por seus pixels e suas cores (DATA, 2023): vermelho, verde e azul (RGB).

Após aplicar a transformada STFT, é gerada uma matriz TF cujos valores são todos absolutos. Cada coluna representa os valores obtidos pela transformada DFT aplicada em cada quadro (conjunto de amostras). Neste artigo, o frame utilizado foi de 8142, enquanto o hop (salto entre frames analisados) foi de 1024. A Extração

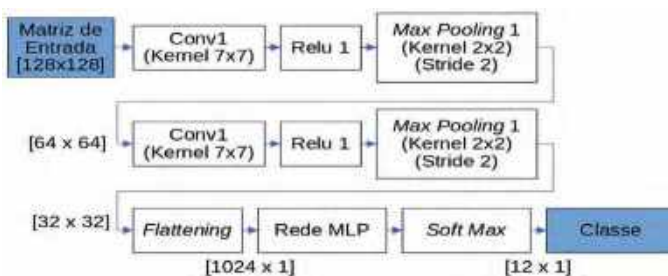
do *Bounding Box* (BB) é feita para identificar a região no plano TF onde o sinal está presente, analisando os maiores valores da matriz e suas derivadas. Em seguida, os BBs são redimensionados para uma matriz de 128x128 pelo método do Vizinho Mais Próximo (DUDA, 2001).



Figura 2
4 módulos do classificador baseado na rede CNN

O classificador CNN proposto por Kong (2018) foi bastante simplificado para este artigo (Figura 3). São utilizadas duas sequências de três funções: Convolução (DA CUNHA, 2020; RIZWAN, 2018), ReLU (DATA, 2023) e *Max Pooling* (DATA, 2023; RIZWAN, 2018). Essas duas sequências transformam a matriz de entrada de dimensão 128x128 para outra de dimensão 32x32. Por fim, é realizado o *flattening*, transformando a matriz em um único vetor 1024x1. Este vetor é inserido em uma rede MLP totalmente conectada (DATA, 2023). A Camada de entrada da MLP é composta por 1024 neurônios devido à quantidade de valores do vetor de entrada. As camadas oculta e de saída possuem, cada uma, 12 neurônios. O número de neurônios na camada de saída define o número de classes (tipos de modulação) a serem classificadas (UP, LFM, BARKER13, P1, P2, P3, P4, FRANK, T1, T2, T3, T4). O neurônio que produz o maior valor na camada de saída define o tipo de modulação do sinal através da função de ativação Soft Max.

Figura 3
rede neural CNN utilizada no
classificador



6. Classificador baseado na SVM

O terceiro classificador utiliza a Codificação Linear Preditiva (CLP) para gerar as características utilizadas pela SVM (PIRES FILHO, 2007). É composto por 7 módulos (Figura 4). Os três primeiros são os mesmos usados pelo classificador baseado na rede CNN: Aplicar a STFT, Extrair o BB e Redimensionar pelo Método do Vizinho Mais Próximo. A saída do terceiro módulo é uma matriz de dimensão 128×128 , que é a entrada para os próximos 4 módulos: Reorganizar, Aplicar a CLP, Adicionar Média e Variância, e Classificar (SVM).

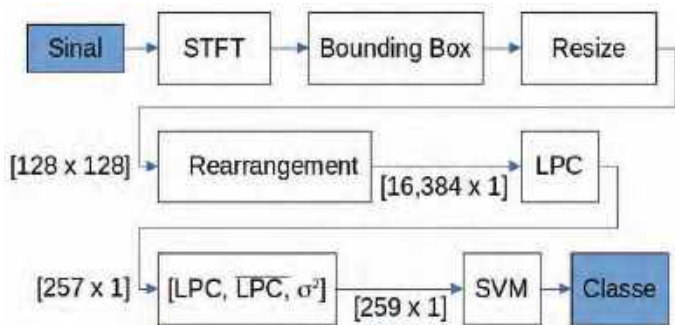


Figura 4
7 módulos do classificador baseado na SVM

No módulo Reorganizar os Elementos, o *flattening* é realizado na matriz 128×128 , transformando-a em um único vetor 1×16384 . A aplicação CPL reduz o tamanho do vetor, gerando um novo vetor 1×257 . O CPL visa prever amostras sucessivas do sinal pela combinação linear das amostras anteriores (BUNDY, 1986), mas pode ser aplicada ao problema de classificação. A média e a variância do vetor 1×257 são adicionadas, resultando em um novo vetor de tamanho 1×259 . Isso foi feito para melhorar a acurácia do classificador. O vetor 1×259 é a entrada do classificador SVM. SVMs são algoritmos de Aprendizagem Supervisionada que criam um hiperplano ótimo para separar classes (ADDAN, 2019), operando com vetores multidimensionais (VAPNIK, 2010) e maximizando a

margem entre os vetores de suporte através do hiperplano ótimo (DUDA, 2001). No caso deste artigo, um kernel polinomial de grau 2 foi utilizado para classificação do sinal.

7. Simulações e resultados

Para os sinais de todas as classes e para todas as SNRs simuladas, o classificador baseado na rede CNN obteve a maior acurácia (Figura 5). O classificador Elman obteve uma acurácia maior do que o classificador SVM em apenas duas classes: Frank e T3.

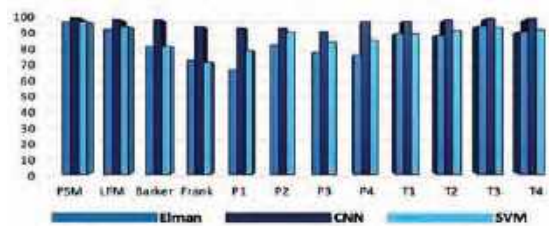


Figura 5
acurácia da classificação utilizando todos os sinais do conjunto de teste

As Figuras 6 a 8 mostram 3 gráficos da acurácia em diferentes faixas de SNR (> 0 dB, ≤ 0 dB e ≤ -10 dB) que permitem obter uma conclusão sobre o classificador mais eficiente. Quanto menor a SNR, menor será a acurácia de todos os classificadores. Isso ocorre porque quanto menor é a potência do sinal, maior é a influência do ruído na extração das características utilizadas pelos classificadores. Ao examinar a acurácia dos sinais com todas as SNRs, constatou-se que o classificador CNN superou os demais.

A análise das Figuras 6 a 8 revela também que todos os classificadores enfrentam maior dificuldade ao classificar sinais modulados com Barker13, Frank, P1, P2, P3 e P4 em comparação com os demais tipos de modulação. Além disso, ressalta-se que o classificador CNN se destaca por classificar sinais modulados com Barker13 eficientemente, mesmo em situa-

ções de SNRs muito baixas (< -10 dB). Esta informação é relevante para a pesquisa, pois alguns radares militares conhecidos utilizam esta forma de modulação.

Com base nos resultados das simulações e nos gráficos comparativos das Figuras 5 a 8, diferentes observações podem ser feitas sobre a confiabilidade dos classificadores. Isso se deve ao fato de que a categorização dos classificadores como confiáveis ou não é consequência de um processo complexo e subjetivo de julgamento humano. Portanto, é essencial estabelecer uma abordagem quantitativa para avaliar o resultado das classificações. Este artigo adota uma metodologia estatística pro-

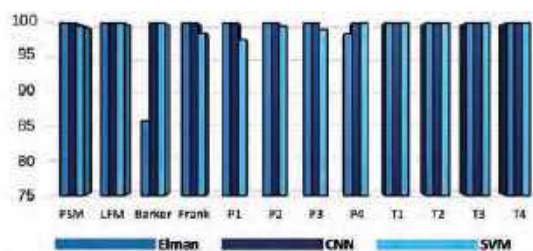


Figura 6

acurácia da classificação para sinais com $SNR > 0$ dB

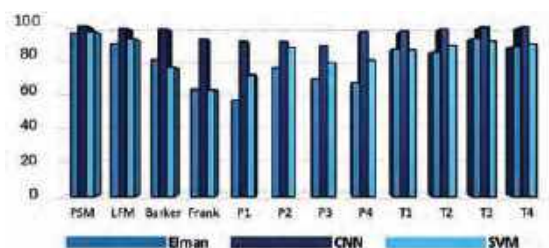


Figura 7

acurácia da classificação para sinais com $SNR \leq 0$ dB

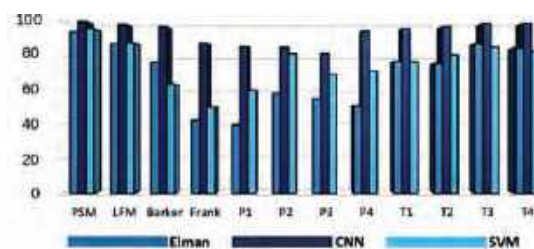


Figura 8

acurácia da classificação para sinais com $SNR \leq -10$ dB

posta por (COHEN, 1960) para medir a confiabilidade dos classificadores testados.

Neste método estatístico, criado inicialmente para verificar o nível de concordância de um diagnóstico médico, são verificadas quatro possibilidades diagnósticas: Verdadeiro-Positivo (TP); Verdadeiro-Negativo (TN); Falso-Positivo (FP); e Falso-Negativo (FN). Com base nesses 4 valores são calculados a Proporção Estimada (equação 3), a Proporção Observada (equação 4) e o índice Kappa (equação 5) (DE SOUZA, 2022). O índice Kappa é utilizado neste artigo para categorizar o nível de confiabilidade dos classificadores de acordo com o nível de concordância gerado pelo índice: $kappa < 0 \rightarrow$ Nenhuma; $0 < kappa \leq 0,2 \rightarrow$ Quase Nenhuma; $0,2 < kappa \leq 0,4 \rightarrow$ Muito Fraca; $0,4 < kappa \leq 0,6 \rightarrow$ Fraca; $0,6 < kappa \leq 0,8 \rightarrow$ Regular; $0,8 < kappa \leq 0,9 \rightarrow$ Boa; $0,9 < kappa \leq 0,96 \rightarrow$ Muito Boa; $0,96 < kappa \leq 0,99 \rightarrow$ Excelente; $kappa = 1 \rightarrow$ Perfeita.

A qualidade superior do classificador baseado em CNN fica evidente quando os resultados das forças de concordância (confiabilidade) dos três classificadores são comparados utilizando o índice Kappa (Figuras 9 a 11) para diferentes valores de SNR.

Ainda com base nas Figuras 9 a 11, conclui-se que o classificador baseado em CNN é confiável para classificar sinais com $SNR \leq -10$ dB (até o

Modulação	SNR > 0 dB					
	CNN		SVM		Elman	
	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância
PSM	100,00%	Perfeita	99,73%	Excelente	100,00%	Perfeita
LFM	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita
BARKER	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita	91,55%	Muito Boa
FRANK	100,00%	Perfeita	97,81%	Excelente	100,00%	Perfeita
P1	100,00%	Perfeita	97,55%	Excelente	100,00%	Perfeita
P2	100,00%	Perfeita	99,73%	Excelente	100,00%	Perfeita
P3	100,00%	Perfeita	99,46%	Excelente	99,08%	Excelente
P4	100,00%	Perfeita	99,45%	Excelente	99,10%	Excelente
T1	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita	92,26%	Muito Boa
T2	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita	99,08%	Excelente
T3	100,00%	Perfeita	100,00%	Perfeita	99,08%	Excelente
T4	100,00%	Perfeita	99,73%	Excelente	100,00%	Perfeita

Figura 9

índice Kappa para sinais com $SNR > 0$ dB

Modulação	SNR ≤ 0 dB					
	CNN		SVM		Eltan	
	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância
FSK	100,00%	Perfeita	95,37%	Muito boa	90,10%	Bom
LFM	98,81%	Excelente	89,78%	Bom	87,48%	Bom
BARKER	97,81%	Excelente	80,08%	Bom	84,13%	Bom
FRANK	91,00%	Muito boa	64,19%	Regular	59,88%	Fraca
P1	97,33%	Muito boa	65,01%	Regular	58,57%	Fraca
P2	88,80%	Muito boa	80,85%	Bom	70,81%	Regular
P3	88,80%	Bom	76,48%	Regular	64,22%	Regular
P4	92,28%	Muito boa	77,02%	Regular	64,00%	Regular
T1	96,73%	Excelente	83,33%	Bom	78,32%	Regular
T2	98,37%	Excelente	85,15%	Bom	84,96%	Bom
T3	99,27%	Excelente	89,81%	Bom	85,98%	Bom
T4	99,27%	Excelente	87,43%	Bom	85,73%	Bom

Figura 10
índice Kappa para sinais com SNR ≤ 0 dB

Modulação	SNR ≤ -10 dB					
	CNN		SVM		Eltan	
	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância	Kappa	Concordância
FSK	100,00%	Perfeita	92,54%	Muito boa	83,89%	Bom
LFM	98,49%	Excelente	82,51%	Bom	81,68%	Bom
BARKER	96,35%	Excelente	68,59%	Muito boa	78,86%	Regular
FRANK	84,62%	Bom	51,64%	Fraca	37,91%	Muito fraca
P1	87,38%	Bom	52,27%	Fraca	41,01%	Fraca
P2	81,74%	Bom	75,82%	Regular	32,23%	Fraca
P3	82,01%	Bom	67,01%	Regular	50,59%	Fraca
P4	86,82%	Bom	66,70%	Regular	48,93%	Fraca
T1	94,35%	Muito boa	72,45%	Regular	67,80%	Regular
T2	97,28%	Excelente	75,09%	Regular	75,88%	Regular
T3	98,79%	Excelente	82,96%	Bom	76,53%	Regular
T4	98,79%	Excelente	79,69%	Regular	83,72%	Bom

Figura 11
índice Kappa para sinais com SNR ≤ -10 dB

valor mínimo de análise de -25 dB). Isso porque a menor força de concordância foi considerada boa nesses casos. Em relação às modulações polifásicas e T1, este classificador produz um índice kappa menor quando comparado ao índice gerado com sinais das demais classes, sendo, portanto, menos confiável.

8. CONCLUSÃO

Considerando as análises realizadas na seção 7, onde foram feitas simulações para medir a acurácia e o índice Kappa dos classificadores, concluiu-se que o classificador baseado em CNN foi o mais eficiente. Outra observação a ser considerada em relação ao classificador baseado em CNN é que ele manteve uma boa classificação para sinais polifásicos (Figura 11) mesmo em condições de SNR ruins ($SNR \leq -10$ dB), como é

o caso de sinais de Baixa Probabilidade de Interceptação. Os demais classificadores não conseguiram atingir esse nível de eficiência. A única ressalva a ser considerada é que a precisão do classificador baseado em SVM na classificação das modulações P2 e P3, especificamente em ambientes cuja SNR é igual a -25 dB, foi ligeiramente superior à do classificador CNN. Neste caso, a força de concordância para os dois classificadores (CNN e SVM) foi igual, mas o índice Kappa para o classificador SVM foi ligeiramente superior. Porém, este valor de SNR prejudica a eficiência de todos os classificadores, e não é considerado relevante para determinar o classificador mais eficiente.

O índice Kappa mostrou-se uma medida alternativa para avaliar classificadores. Sua medida compara classificadores melhor do que a precisão, considerando todos os quatro valores TP, TN, FP e FN.

Diversas alternativas podem ser testadas em trabalhos futuros, como a utilização de diferentes técnicas de IA, Redes Neurais e diferentes topologias. A adoção de outras transformadas no processamento de sinais tempo-frequência, como Choi-Williams em vez de STFT, e a exploração de novas características do sinal também podem melhorar os resultados. Ensemble Learning (OPITZ, 1999) também poderia ser implementado e testado. No Ensemble Learning, classificadores fracos são treinados e combinados para gerar a classificação final, melhorando a precisão da classificação gerada por cada classificador individualmente.

Nota de Fim

1. Pesquisadores do Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Referências:

- ADDAN, D. **Support Vector Machine**. [S.l.]: Unibrasil, 2019.
- BUNDY, A.; ALLEN, L. **Catalogue of Artificial Intelligence Tools**. ed. 2. Berlin: Springer, 1986.
- CHO, S.; LEE, C. H.; CHUN, J.; AHN, D. **Classification of digital modulations using the LPC**. Proc. of the IEEE 2000 National Aerospace and Electronics Conference, NAECON 2000, Dayton, OH, USA. p. 774-778, 2000. doi: 10.1109/NAECON.2000.894992.
- COHEN, J. **A Coefficient of Agreement for Nominal Scales**. In: Educational and Psychological Measurement. New York: SAGE Publications. v. 20. n. 1. p. 37-46, 1960.
- DA CUNHA, L. **Redes Neurais Convolucionais e Segmentação de Imagens: Uma Revisão Bibliográfica**. 2020. Dissertação (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Faculdade de Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.
- DATA SCIENCE ACADEMY. **Deep Learning Book**. [S. l.], 2022. p. 1-100. Available in: <https://www.deeplearningbook.com.br/deep-learning-a-tempestade-perfeita/>. Accessed on 16 sep. 2023.
- DE SOUZA, T. **Análise do Grau de Relevância da classificação dos sinais polifásicos para um estimador baseado em duas redes em cascata**. 2022. Dissertação (Pós-Graduação em Sistemas de Armas) – Faculdade de Ciências Navais, Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, Rio de Janeiro, 2022.
- DUDA, R.; HART, P.; STORK, D. **Pattern classification**. New York: John Wiley & Sons Inc. ed. 2. p. 18-26, 2001.
- FIELDING, J. E. **Polytime coding as a means of pulse compression**. In: IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. v. 35, n. 2, p. 716-721, April 1999. doi: 10.1109/7.766951.
- FILHO, J. C. P.; HADDAD, D. B.; CALOBA, L. P. **Classificação de Padrões de Varredura de Radares**. In: VIII Congresso Brasileiro de Redes neurais. Florianópolis. 2007.
- FRANK, R. **Polyphase codes with good nonperiodic correlation properties**. In: IEEE Transactions on Information Theory. v. 9, n. 1, p. 43-45, January 1963. doi: 10.1109/TIT.1963.1057798.
- GHADIMI, G.; NOROUZI, Y.; BAYDERKHANI, R. et al. **Deep Learning-Based Approach for Low Probability of Intercept Radar Signal Detection and Classification**. J. Commun. Technol. Electron. v. 65, p. 1179-1191, 2020. Available in: <https://doi.org/10.1134/S1064226920100034>.
- GUO, Q.; YU, X.; RUA, G. **LPI Radar Waveform Recognition Based on Deep Convolutional Neural Network Transfer Learning**. Symmetry. v. 14, n. 570, 2022. Available in: <https://doi.org/10.3390/sym14030570>.
- KISHORE, T. R.; RAO, K. D. **Automatic Intrapulse Modulation Classification of Advanced LPI Radar Waveforms**. In: IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. v. 53, n. 2, p. 901-914, April 2017. doi: 10.1109/TAES.2017.2667142.
- KLAUDER, J. R.; PRICE, A. C.; DARLINGTON S.; ALBERSHEIM, W. J. **The theory and design of chirp radars**. In: The Bell System Technical Journal. v. 39, n. 4, p. 745-808, July 1960. doi: 10.1002/j.1538-7305.1960.tb03942.x.
- KONG, S.; KIM, M.; HOANG, L.; KIM, E. **Automatic LPI Radar Waveform Recognition Using CNN**. In: IEEE Access. v. 6., p. 4207-4219, 2018.
- LECUN, Y.; BOTTOU, L.; BENGIO, Y.; HAFFNER, P. **Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition**. In: Proc. of the IEEE. v. 86, n. 11, p. 2278-2324, Nov. 1998. doi: 10.1109/5.726791.
- LEWIS, B. L.; KRETSCHMER, F. F. **A New Class of Polyphase Pulse Compression Codes and Techniques**. In: IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. v. AES-17, n. 3, p. 364-372, May 1981. doi: 10.1109/TAES.1981.309063.
- LEWIS, B. L.; KRETSCHMER, F. F. **Linear Frequency Modulation Derived Polyphase Pulse Compression Codes**. In: IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. v. AES-18, n. 5, p. 637-641, Sep. 1982. doi: 10.1109/TAES.1982.309276.
- OPITZ, D.; MACLIN, R. **Popular Ensemble Methods: An Empirical Study**. In: Journal of Artificial Intelligence Research. [S. l.]: Morgan Kauffmann Publishers. v. 11. p. 169-198, 1999.
- QUAN, D.; TANG, Z.; WANG, X.; ZHAI, W.; QU, C. **LPI Radar Signal Recognition Based on Dual-Channel CNN and Feature Fusion**. Symmetry. v. 14, n. 570, 2022. Available in: <https://doi.org/10.3390/sym14030570>.
- RIZWAN, M. **Convolutional Neural Networks – In a Nutshell**. [S. l.]: Medium. 17 set. 2018.
- VAPNIK, V. **The Nature of Statistical Learning Theory**. ed. 2. [S. l.]: Springer, 2010.
- ZHANG, M.; LIU, L.; DIAO, M. **LPI Radar Waveform Recognition Based on Time-Frequency Distribution**. Basel: Sensors, 2016.

Explorando as profundezas: O Projeto do primeiro Veículo Submarino Autônomo do IPqM

Por CC (EN) Emerson Coelho Mendonça¹



Introdução

No vasto e misterioso mundo dos oceanos, a exploração submarina ainda representa um desafio intrigante para a humanidade. Desde os tempos antigos, quando os marinheiros se aventuravam em mares desconhecidos, até os dias atuais, onde a tecnologia desempenha um papel crucial na exploração marinha, o desejo de desvendar os segredos das profundezas não cessou.

Uma das mais notáveis e empolgantes inovações neste campo é o Projeto do primeiro Veículo Submarino Autônomo (VSA) desenvolvido pelo IPqM. Este projeto combina engenharia de ponta e sensores capazes de criar uma nova gama de funcionalidades em proveito das diversas possibilidades de aplicação para a Marinha do Brasil.

Em termos simples, um VSA é uma embarcação submarina não tripulada, projetada para operar de forma independente, ou seja, sem a necessidade de intervenção humana direta. Esses veículos são equipados com uma variedade de sensores avançados, tais como sistema de navegação inercial integrado, capacidade de comunicação por radiofrequência ou por acústica submarina, permitindo que realizem uma ampla gama de tarefas, desde cartografia do leito marinho à monitorização ambiental, ou mesmo até as operações de contramedidas de minagem (CMM), aplicação alvo do projeto VSA.

Além das amplas aplicações já mencionadas, o Projeto Veículo Submarino Autônomo (VSA) também está desempenhando um papel fundamental nas operações de segurança marítima, especialmente nas Contramedidas de Minagem (CMM). As operações de CMM, do tipo Caça-Minas, são faseadas em: Busca, Classificação, Identificação e Neutralização / Destruição, e visam à eliminação de caráter pontual, mina a mina.

Entretanto, diante de uma concepção moderna, baseada no conceito *stand-off*, o navio-mãe passou a operar afastado da ameaça, empregando *in loco* Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT) dedicados às CMM, em detrimento aos Navios Caça-Minas (NCM). As grandes Marinhas estão desenvolvendo e adquirindo SMNTs, que são operados remotamente ou de modo totalmente autônomo, sejam eles de superfície ou submarinos. A Marinha do Brasil (MB), ainda, não possui SMNTs dedicados às CMM, desta forma, para a Caça-Minas, tornou-se necessária a aquisição/ desenvolvimento desses sistemas, visto que os SMNTs apresentam redução dos custos operacionais, quando comparados aos meios navais convencionais tripulados, e promovem a redução de riscos nos Teatros de Operações Navais.

Nesse contexto, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), ciente da importância estratégica das CMM para a segurança marítima, está direcionando seus esforços para o desenvolvimento de VSA a ser aplicado nessas operações. Esse VSA será capaz de realizar de forma autônoma e eficiente as fases de Busca, Identificação/Reconhecimento e Classificação nas operações de Caça-Minas.

Ao empregar VSAs dedicados às CMM, a MB poderá ampliar sua capacidade de defesa e proteção das rotas de navegação críticas, sem comprometer a segurança de suas tripulações. Além disso, a utilização desses SMNT permitirá uma maior flexibilidade operacional e uma redução significativa nos custos associados às operações de Caça-Minas.

Objetivos

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento das atividades em curso do Projeto VSA, ressaltando o potencial desse veículo como SMNT dedicado às CMM, correlacionan-

do suas vantagens e desvantagens em relação aos meios de superfície não tripulados.

Em 2020, após a conclusão bem-sucedida do primeiro protótipo de desenvolvimento de um casco estanque fabricado com MA e equipado com eletrônica de baixo custo, o IPqM embarcou em novos desafios: propôs o desenvolvimento de um VSA equipado com um subsistema de navegação inercial, que já havia sido desenvolvido, com o projeto de um novo casco estanque de um VSA. Esse novo veículo permitirá executar manobras pré-programadas, navegando nos planos vertical e horizontal de forma autônoma e cumprindo missões operacionais nos cenários de interesse da força.

Resultados Parciais

Com o aporte financeiro de verbas de fomento da FINEP, o Projeto VSA tem atraído diversos interesses, tanto acadêmicos quanto estratégicos, tanto no âmbito militar ou civil. O investimento realizado resultou em alguns resultados parciais importantes para a continuidade das atividades planejadas.

Tal investimento tem sido fundamental para impulsionar o desenvolvimento do Projeto VSA, permitindo a realização de pesquisas e experimentos avançados, bem como a aquisição de equipamentos e recursos necessários para sua implementação, não apenas fortalecendo as capacidades técnicas e científicas do Instituto de Pesquisas da Marinha, mas também promovendo parcerias e colaborações com outras instituições e organizações interessadas no projeto.

Esses resultados impulsionam ainda mais o progresso do projeto, incentivando a busca por novas oportunidades de financiamento e colaboração, visando alcançar os objetivos finais estabelecidos.

1. Navegador Inercial

O ambiente submarino impõe desafios significativos à navegação do VSA, uma vez que não

é possível acessar o sinal GPS para guiar o veículo. Para superar essa limitação, o IPqM conta com a expertise de pesquisadores dedicados que, por meio do Laboratório de Sistemas Inerciais (LabSIN), têm desenvolvido tecnologia inercial desde 1987, em benefício das atividades relacionadas ao Grupo de Sistemas de Armas.

Os sistemas inerciais são essenciais para a navegação submarina, pois não dependem de sinais externos para determinar a posição, a orientação e a velocidade do veículo. Em vez disso, eles utilizam sensores internos, como giroscópios e acelerômetros, para medir as mudanças de movimento e orientação do VSA em relação a um ponto de referência inicial. Isso permite que o VSA mantenha sua trajetória e posição mesmo em condições adversas, como correntezas ou turbulências submarinas, garantindo uma navegação precisa e confiável. Além disso, os sistemas inerciais podem ser integrados a algoritmos avançados de controle e guiagem, permitindo que execute tarefas complexas de mapeamento, inspeção e busca submarina com precisão e eficiência.

Dessa forma, o LabSIN desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e no aprimoramento do sistema inercial utilizado no VSA, contribuindo para sua capacidade de operar de forma autônoma e eficaz no ambiente desafiador do oceano.



Figura 1

Atualmente o desenvolvimento do navegador inercial integrado, desenvolvido em projetos passados, passa agora por fases de adaptação para atendimentos dos requisitos restritivos de peso, dimensões e performance, uma vez que estas características interferem diretamente na fluidez do VSA. Os primeiros testes e ensaios já ocorreram visando cumprir os requisitos de projeto. Além disso, alguns sensores importantes já foram adquiridos e testados pela equipe do LabSIN, conforme pode ser observado na figura abaixo.



Figura 2

2. Prototipagem mecânica

Graças ao avanço tecnológico impulsionado pelo Projeto VSA, uma área que ganhou destaque e relevância tanto no meio acadêmico quanto na indústria é a Manufatura Aditiva (MA). Esta tecnologia, também conhecida como impressão 3D, tem sido amplamente incorporada aos projetos mais recentes do VSA por meio do Laboratório de Prototipagem Mecânica (LabPROM). O LabPROM permite a prototipagem rápida de diversos modelos de CAD projetados, incluindo a impressão de modelos complexos, conforme ilustrado na Figura 3. Essa capacidade de impressão 3D oferece uma série de vantagens, como redução de custos, tempo e recursos necessários para a fabricação de protótipos e componentes. Além disso, possibilita a criação de peças com geometrias complexas e personalizadas, que seriam difíceis ou impossíveis de serem produzidas com métodos tradicionais de fabricação. Com isso, a MA se tornou uma tecnologia essencial no desenvolvimento e aprimoramento dos projetos do VSA, contribuindo para sua eficiência e versatilidade.



Figura 3



Figura 4

Entretanto, é importante ressaltar que o processo de prototipagem por MA não substitui completamente o processo de fabricação mecânica convencional. Reconhecendo essa necessidade, foram realizados investimentos significativos em aquisição de ferramental e qualificação dos engenheiros para o desenvolvimento e operação de maquinário CNC (Controle Numérico Computadorizado).



Figuras 5

Essa abordagem complementar permite que o IPqM aproveite o melhor de ambas as técnicas: a agilidade e a flexibilidade da MA para prototipagem rápida, e a precisão e a robustez da fabricação mecânica convencional para a produção em larga escala. Dessa forma, os engenheiros do IPqM têm à disposição uma gama diversificada de técnicas de fabricação, permitindo que adaptem suas estratégias de produção conforme as necessidades específicas de cada projeto.

A sinergia entre a prototipagem por MA e a fabricação mecânica convencional reflete o compromisso do IPqM em manter-se na vanguarda da inovação tecnológica, garantindo que suas capacidades de produção estejam alinhadas com as demandas em constante evolução da MB. Esses investimentos não apenas fortalecem a capacidade de desenvolvimento de projetos, mas também promovem o crescimento profissional dos engenheiros envolvidos, garantindo que estejam preparados para enfrentar os desafios futuros da indústria naval.

3. Testes preliminares

Com a prototipagem do casco estanque, surgiu a necessidade de validação deste requisito. Pensando nisso, a equipe de projeto desenvolveu uma câmera hiperbárica para validação da estanqueidade interna do casco, conforme apresenta a Figura 6:



Figuras 6

Basicamente, o protótipo do casco será inserido no vaso de pressão, que será alagado através do bombeamento do líquido do tanque. Em seguida, será realizado o bombeamento manual do restante do líquido necessário para atingir a pressão de 9.8 bar, equivalente aos 100 metros de coluna d'água de pressão que o casco deverá resistir.

4. Eletrônica

Não menos importante, as placas eletrônicas responsáveis pelo acionamento dos motores e pelo gerenciamento da carga e descarga das baterias de propulsão do VSA estão atualmente em fase de montagem. Os projetos eletrônicos foram desenvolvidos e testados em simulações detalhadas, assim como o CAD da placa de circuito de cada subsistema. Essa etapa crucial garante a integridade e a funcionalidade dos componentes eletrônicos do VSA, garantindo um desempenho confiável durante suas operações submarinas. A **Figura 7** ilustra as placas de circuito de cada subsistema, demonstrando o cuidado e a precisão aplicados em sua concepção e fabricação.



Figuras 7

5. Casco

Parte dos requisitos do projeto envolve a fabricação de um casco com material não magnético. Para atender a essa necessidade, o protótipo do projeto está sendo construído em acetal, um plástico industrial que oferece diversas vantagens. Além de ser não magnético, o acetal possui características como leveza, resistência e durabilidade, tornando-o uma escolha com grande potencial para essa aplicação. Além disso, a facilidade de manipulação e a fabricação desse material na oficina do IPqM é um fator importante a ser considerado, uma vez que já é utilizado em outros projetos do grupo. Portanto, a expertise e a capacidade possuída pelo pessoal para trabalhar eficientemente com o acetal garante a qualidade e precisão necessárias para o sucesso do projeto.

6. UUV vs. USV

Embora Veículos Submarinos Não Tripulados – *Unmanned Underwater Vehicles* (UUVs) - e Veículos de Superfície Não Tripulados – *Unmanned Surface Vehicles* (USVs) - sejam ferramentas valiosas para afastar o homem de operações perigosas, existem diferenças cruciais em termos de complexidade, ambiente de operação e capacidades que os distinguem. Ainda que compartilhem conceitos básicos de autonomia e sistemas de controle, diferenças significativas marcam seus projetos e desenvolvimentos. O principal fator de diferenciação é o ambiente em que operam.

UUVs enfrentam desafios como pressão, corrosão e visibilidade limitada, exigindo cascos robustos, materiais especiais e sensores específicos como sonares para navegação e detecção. Já USVs operam em ambientes com menos desafios, mas são suscetíveis a condições climáticas.

Em termos de propulsão, UUVs geralmente utilizam hélices com foco na eficiência energética, enquanto USVs podem usar hélices, propulsão a jato ou até mesmo velas. A comunicação tam-

bém se diferencia: UUVs dependem de sons (modem acústico), com alcance limitado, enquanto USVs podem utilizar diversos métodos como rádio, satélite e celular.

Os desafios de engenharia também divergem. UUVs exigem design hidrodinâmico, manutenção complexa e sistemas de recuperação, enquanto USVs demandam menor impacto ambiental e integração com sistemas existentes.

Em resumo, a combinação de UUVs e USVs nas operações de CMM é vantajosa por diversos motivos:

- Complementaridade: UUVs operam submersos com alta precisão, enquanto USVs cobrem grandes áreas rapidamente na superfície.
- Eficiência: A sinergia entre as plataformas otimiza a detecção, classificação e neutralização de minas.
- Segurança: Operações com menor risco para os operadores.
- Flexibilidade: Abordagem abrangente para diferentes tipos de minas e áreas de operação.

A combinação de UUVs e USVs representa o futuro das operações de CMM, oferecendo

uma solução completa, eficiente e segura. Compreender as diferenças entre esses tipos de drones é crucial para escolher a ferramenta ideal para cada missão, seja na Marinha do Brasil, na pesquisa científica ou em outras áreas.

Conclusões

Com base nos resultados apresentados, pode-se inferir que o desenvolvimento e a aquisição de SMNT dedicados às CMM são essenciais para fortalecer a capacidade de defesa e proteção das águas territoriais. A MB está atenta às tendências atuais no uso de veículos não tripulados nos conflitos atuais e já trabalha em sua modernização, fazendo uso e tomando proveito dessas tecnologias. Portanto, o Projeto VSA é um exemplo concreto desse esforço de modernização, que visa garantir a capacidade da Marinha do Brasil em defender os interesses nacionais no mar.

Este artigo foi submetido em conformidade com as instruções fornecidas pela Direção do Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM) e representa uma contribuição original para a Revista Comemorativa do 65º Aniversário do IPqM. 🌞

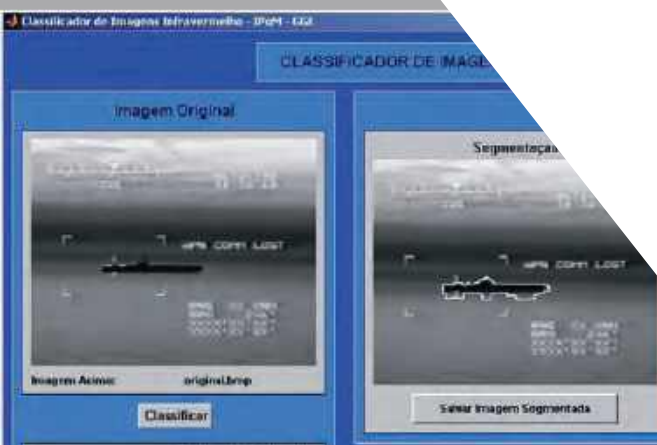
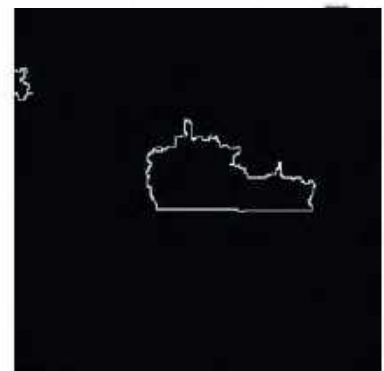
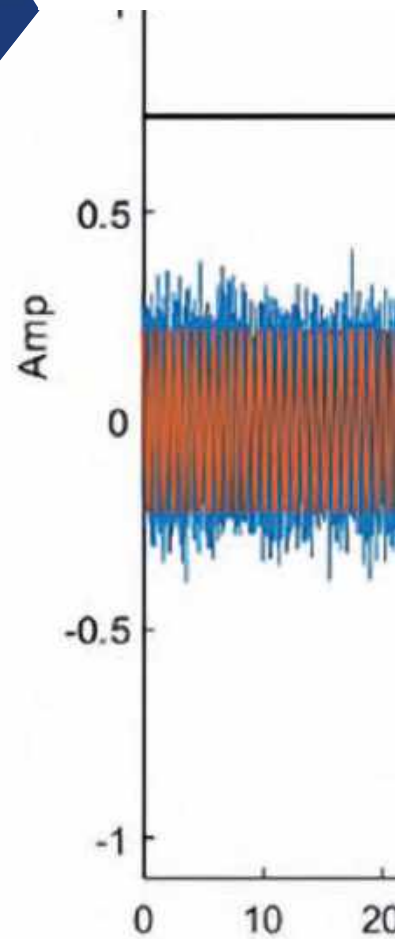
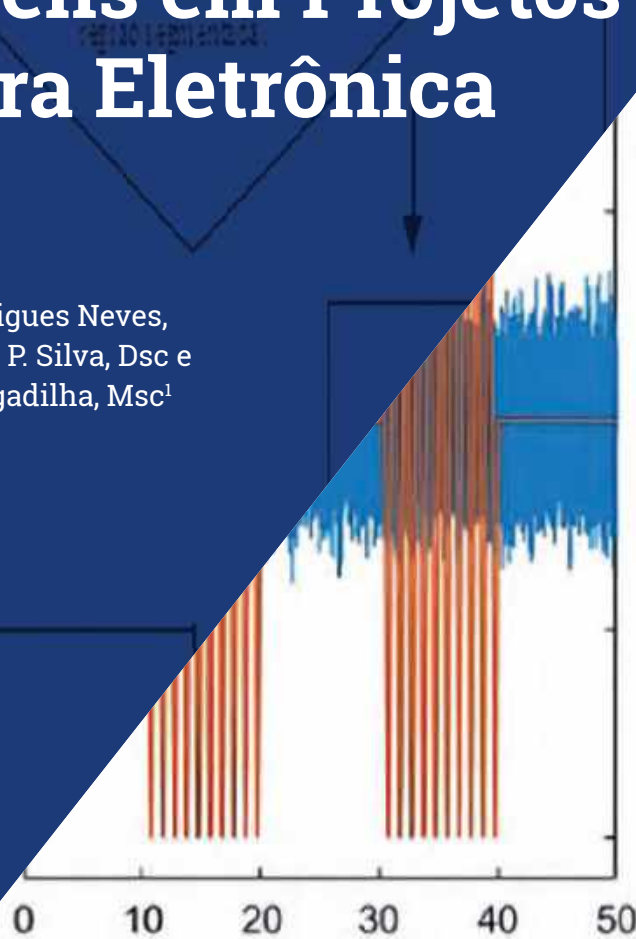
Nota de Fim

1. Pesquisador do Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

► Artigos Livres

Pesquisa Aplicada: O uso de processamento de imagens em Projetos de Guerra Eletrônica

Por SCNS Sergio Rodrigues Neves,
Dsc ; SCNS Aline de O. P. Silva, Dsc e
SCNS Luiz E. de A. Segadilha, Msc¹



Resumo

Este artigo tem o objetivo de demonstrar a versatilidade do uso de processamento de imagens em projetos de Guerra Eletrônica no Instituto de Pesquisas da Marinha. Especificamente são analisados e apresentados de forma sumária três projetos: dois relacionados a imagens infravermelhas e visão artificial e outro relacionado à identificação de radares LPI (Low probability of intercept).

Abstract

This article aims to demonstrate the versatility of using image processing in electronic warfare projects at the Navy Research Institute. Specifically, three projects are analyzed and briefly presented: two related to infrared images and artificial vision and another related to the identification of LPI (Low probability of intercept) radars [1].

Palavras-chave: processamento de imagens, morfologia matemática, transformada tempo-frequência.

1 - Introdução

O uso de processamento de imagens em Guerra Eletrônica se iniciou no IPqM, efetivamente no ano de 1994, quando começaram os esforços para qualificar uma equipe e iniciar a proposta do seminal projeto do classificador de alvos em infravermelho. Esse projeto realizava a classificação de navios baseado em um banco de imagens em infravermelho.

Em seguida, o grupo de processamento de imagens pesquisou e concluiu um método de fusão de imagens do campo visual com as de infravermelho para aumentar o entendimento semântico situacional e, conseqüentemente, a possibilidade de identificação do alvo. Como produto colateral desse desenvolvimento foi produzido um banco de seqüências de imagens do campo

visual e correspondentes em infravermelho que está disponível para pesquisas desse tipo.

Para a segmentação e retirada dos parâmetros de um radar LPI também foi realizado um procedimento, inédito na literatura e atuando no estado da arte, baseado no uso de ferramentas de processamento, tais como morfologia matemática e transformada de Hough.

Alguns trabalhos elaborados durante esses desenvolvimentos e que serviram para consolidação dos resultados serão apresentados em linhas gerais, devendo ser acessada a bibliografia relacionada para mais detalhes.

2 - Desenvolvimento

2.1 - Classificador de Alvos Infravermelhos

O objetivo do projeto era, a partir de um navio detectado, classificá-lo com o uso de um banco de assinaturas infravermelhas de navios. Para a realização dessa classificação, várias etapas eram necessárias como pode ser visto no diagrama em blocos da figura 1.

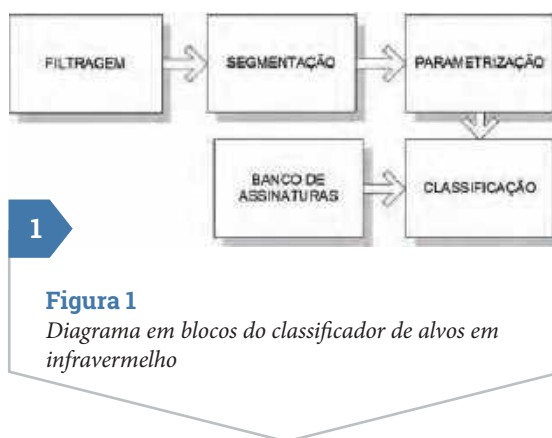


Figura 1

Diagrama em blocos do classificador de alvos em infravermelho

Para a execução do procedimento necessário ao objetivo final do projeto, vários trabalhos foram realizados em conjunto com o meio acadêmico. As tarefas relacionadas no diagrama em blocos da **Figura 1** podem ser relacionadas em três

conjuntos de tarefas: a pré-classificação, a classificação propriamente dita e o banco de imagens

2.1.1.1 - Pré-Classificação

A pré-classificação envolve as seguintes tarefas:

- Filtragem - Retirada de elementos indesejáveis da imagem infravermelha, tais como ruído e vídeo sintético;
- Segmentação - Extração do alvo escolhido para a classificação do contexto da imagem;
- Parametrização - Transformação da imagem segmentada do alvo em parâmetros para serem usados como entrada no sistema de classificação.

2.1.1.2 - Classificação

- Reconhecimento do alvo a partir do uso de uma rede neuronal ou outro método de classificação.

2.1.1.3 - Banco de Assinaturas de Navio infravermelhas

Banco de imagens infravermelhas de navios realizadas a partir de vários ângulos de observação. Após a parametrização, esse banco também irá servir como massa de treinamento para a rede de classificação.

2.1.1.4 - Alguns Trabalhos Acadêmicos Desenvolvidos

2.1.1.4.1 - Processamento de Imagens Infravermelhas Utilizando a Transformada Wavelet

Tem o objetivo principal de estudar métodos de remoção de ruído para imagens infravermelhas contaminadas com ruído do tipo salpicado [2]. São propostas técnicas de remoção de ruído que utilizam a transformada wavelet.

Os resultados obtidos com estas técnicas são comparados aos encontrados com métodos convencionais, como filtragem de mediana e de Wiener visando determinar um procedimento ótimo para a filtragem.

2.1.1.4.2 - Uma abordagem para codificação de imagem a partir das bordas e textura via transformada wavelet.

Nesse trabalho [3] foi proposto um método de compressão de segunda geração, que separa a informação de bordas e textura da imagem e as codifica em separado usando diferentes técnicas baseadas no uso da transformada wavelet. Para comprovação de sua eficiência foram realizados testes de compressão com o método proposto e métodos convencionais tal como o JPEG, utilizando as imagens padrão da literatura acadêmica para esse propósito. A sua aplicação seria no Banco de Assinaturas. O método atingiu resultados satisfatórios e, por ser um método proprietário, aumentaria a segurança da informação sensível.

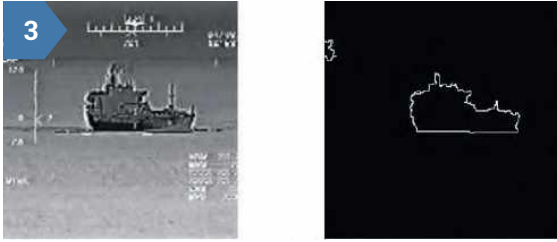
2.1.1.4.3 - Algoritmos para Segmentação de Imagens Infravermelhas

Esse trabalho [4] descreve um método (Figura 2) automático para a segmentação de imagens infravermelhas utilizando a transformação watershed a partir de um marcador que combina a transformada wavelet módulo máximo com Morfologia Matemática, que é uma teoria para a análise da forma e da estrutura e uma poderosa ferramenta para a análise de imagens, com resultados precisos e com baixo número de detecções falsas (vide Figura 3). Além disso, esse método realiza uma filtragem intrínseca com maior imunidade ao ruído, não necessitando o alvo em movimento ou de sequência de imagens.



Figura 2

Diagrama em blocos do método de segmentação



Figuras 3

Da esquerda para a direita: Imagem original; Imagem segmentada com o método proposto

2.1.4.4 - Reconhecimento de navios em imagens infravermelhas usando momentos invariantes e redes neurais

O principal foco desse trabalho [5] concentra-se na retirada de informação/ parametrização baseada em momentos invariantes, e na classificação utilizando uma rede neural do tipo feedforward. Essa parametrização não varia em movimentos de translação, mudança de escala ou translação (Figura 4).

Nesse trabalho foi utilizada uma rede neural de três camadas treinada através da regra de backpropagation. Foi perseguido o objetivo de um treinamento rápido, no caso da introdução de novos elementos ao banco de dados e a necessidade do menor número possível de vistas do navio.



Figuras 4

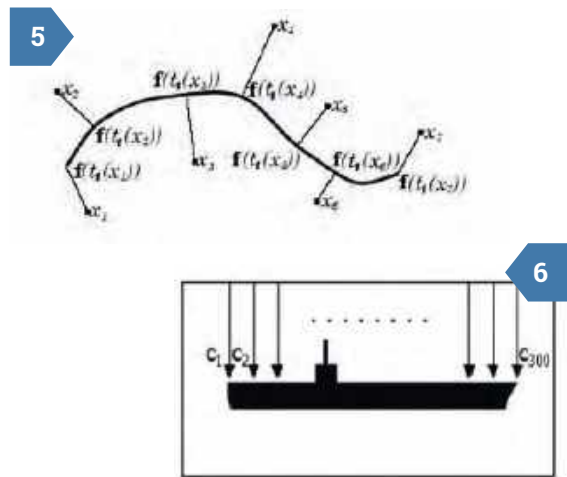
Momentos invariantes - da esquerda para a direita: imagem original, translação, mudança de escala e rotação

2.1.4.5 - Curvas Principais e Aplicações na Classificação de Navios

Nesse trabalho [6] o objetivo concentra-se no uso de métodos de parametrização baseados nos contornos externos normalizados das vistas e na classificação utilizando curvas principais. Uma curva f é autoconsistente ou uma curva

principal da distribuição h se para um parâmetro particular t , são obtidas todas as observações que possuem $f(t)$ como o ponto mais próximo da curva. Se $f(t)$ é a média dessas observações e, se isto se verifica para todos os valores de t , então, f é uma curva principal (Figura 5).

Foram utilizadas cinco formas de parametrização baseadas nos contornos externos normalizados das vistas e seus resultados de classificação comparados. Na figura 6 temos um exemplo de uma dessas parametrizações.



Figuras 5 e 6

Exemplo de curvas principais, e Método de parametrização de navios baseado em curvas principais

2.1.4.6 - Classificação Automática de Imagens no Espectro Infravermelho Aplicado ao Reconhecimento de Automóveis

O banco de imagens infravermelhas de navios disponível naquele momento não era suficientemente grande para considerarmos que os métodos escolhidos eram eficientes. Resolveu-se consolidar a metodologia utilizando um banco de automóveis. Os conceitos de segmentação, parametrização e classificação poderiam ser comprovados com o uso de um banco mais extenso. Na figura 7, é possível visualizar um conjunto de vistas realizado para esse banco de imagens de automóveis em infravermelho.



Figura 7

Registro de vistas em infravermelho de um automóvel Fiat Uno

Esse trabalho [7] desenvolveu um sistema capaz de classificar automóveis a partir de imagens em infravermelho, se baseando em duas etapas principais: identificação do alvo e classificação. Foi empregado um Algoritmo de Segmentação baseado em Transformada Wavelet Módulo Máximo e Transformação Watershed (trabalho apresentado em 2.1.4.3). No processo de caracterização e classificação, foram utilizados Momentos Invariantes e Redes Neurais Artificiais (trabalho apresentado em 2.1.4.4). Confirmou a adequação da metodologia adotada para o problema do sistema de classificação de alvos em infravermelho e apontou possíveis novos caminhos de investigação como o uso de Momentos de Zernike para a parametrização.

2.1.5 – Resultados

Foram integrados os métodos de Filtragem, Segmentação, Parametrização e Classificação escolhidos, criando-se, também, uma interface amigável (Figura 8).

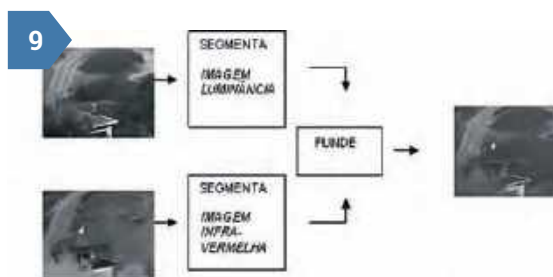


Além do protótipo do Classificador de Navios em Infravermelho consolidado, o projeto permitiu a formação de mão de obra especializada em Processamento de Imagens no Grupo de Guerra Eletrônica e o estabelecimento de cooperação sólida com Universidades.

2.2 - Fusão de imagens

A meta da fusão de imagens é integrar informações de múltiplos sensores, tomadas em tempos diferentes ou em diferentes vistas, em uma nova imagem que contém toda a informação com a qualidade requisitada por cada aplicação em particular. O objetivo desse projeto [8], então era realizar a fusão de imagens infravermelhas e visíveis, garantindo a inclusão dos objetos semânticos (alvos) de cada uma das imagens fonte.

Para o cumprimento desse objetivo foi desenvolvido um método (Figura 9) de fusão automático, baseado na segmentação dos objetos semânticos e regiões da imagem visível e infravermelha, e posterior fusão utilizando um critério ponderado, pixel a pixel. Nesta segmentação um procedimento diferente para cada tipo de imagem de entrada é executado de maneira diversa aos métodos da literatura.



Figuras 8 e 9

Interface da solução computacional para o Classificador de Navios em Infravermelho, e Visão geral do método de fusão

Diferença entre as segmentações:

- *Imagens infravermelhas* - pequenas estruturas são interessantes, pois podem representar fontes pequenas de calor.
- *Imagens de luminância* - as estruturas maiores, que representam melhor o contexto e a localização dos elementos semânticos dentro da imagem.

O método proposto de fusão, que pode ser conferido na Figura 10, foi comparado a três métodos convencionais baseados em pixel, com resultados superiores:

- *Média* - a imagem fundida é o resultado da média dos pixels da imagem infravermelha e da imagem visível;
- *Valor máximo* - a imagem fundida é formada pelos maiores valores dos pixels das imagens envolvidas no processo de fusão;
- *Valor mínimo* - a imagem fundida representa os menores valores das imagens que serão fundidas.

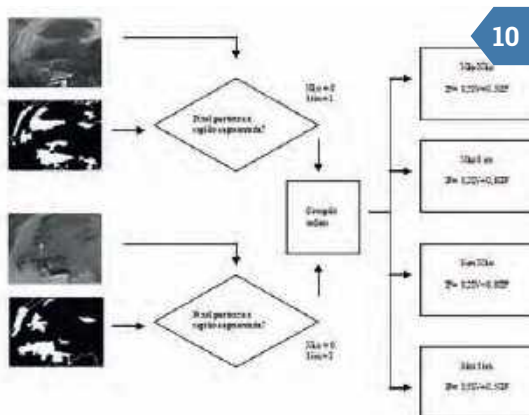


Figura 10

Método de fusão proposto

Além do método de fusão apresentado, é importante ressaltar que a parceria estabelecida entre IPqM, IME e COPPE-UFRJ resultou na criação do banco de imagens e outro método baseado no uso de técnicas de multiresolução [9]. O banco está disponível no website <http://www.smt.ufrj.br/~fusion/>. A realização do banco é um marco pioneiro na área de fusão de

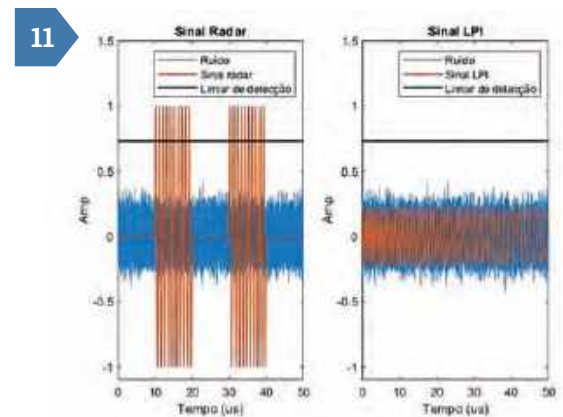
imagens, uma vez que não existiam bancos com livre acesso para a comunidade científica.

2.3 - Processamento de imagens aplicado à detecção de radares LPI

Um radar LPI é aquele cuja detecção por um sistema de MAGE é dificultada devido às suas características de projeto. A principal característica que promove essa dificuldade é centrada no fato de, por ser uma onda contínua (CW- Continuous wave), ela consegue transmitir esse sinal codificado em um nível de potência abaixo do que os sistemas de MAGE convencionais são capazes de detectar (Figura 11).

Nesse trabalho [10] se perseguiu a solução da análise e extração de parâmetros de uma onda CW modulada em frequência com baixa potência de transmissão, baseada em morfologia matemática e transformada de Hough, após a realização de uma transformada tempo-frequência como pode ser visto na Figura 12.

No desenvolvimento da metodologia de processamento proposta, foram testadas três classes de



Figuras 11 e 12

Comparação entre sinal radar convencional e LPI, e Diagrama de blocos

bancos de filtros: o Banco de Filtros Espelhados em Quadratura (QMFB, do inglês, Quadrature Mirror Filters Bank) ou Banco de Filtros de Johnston, e os Bancos de Filtros Modulados por Cossenos (CMFB, do inglês, Cosine Modulated Filters Bank) com projetos do filtro protótipo baseados em Programação Quadrática (QP, do inglês, Quadratic Programming) e em Mínimos Quadrados (LS, do inglês, Least Squares). Esta etapa e suas referências que estão descritas em [10], permitiu a escolha da melhor abordagem, que foi a CMFB-QP.

Para a realização da Segmentação do Sinal e Extração de Parâmetros, é realizado um pré-processamento automático da imagem, a fim de conformá-la adequadamente. Esse pré-processamento é executado através da aplicação de operações baseadas em Morfologia Matemática [11] [12] e na subamostragem da imagem associada ao Diagrama Tempo-Frequência.

Com a imagem tratada após o pré-processamento, é realizada a Extração de Parâmetros (Figura 13). Esta consiste na aplicação da transformada de Hough [13], uma ferramenta útil para a detecção de retas em imagens em pre-

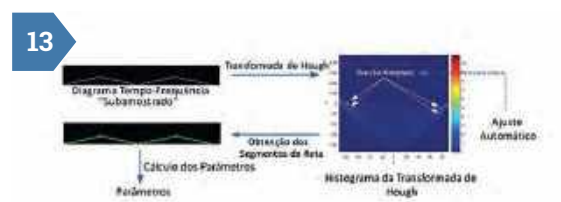


Figura 13
Extração de parâmetros

to-e-branco. Uma vez que desejamos extrair os parâmetros de sinais radar LPI FMCW, cuja excursão no espaço tempo-frequência se dá sob a forma de segmentos de reta, essa abordagem se mostra adequada.

Os resultados obtidos através de testes com um extenso banco de sinais sintetizados foi além do esperado em extração de parâmetros de sinais radar, com erro bem abaixo dos 10% nas faixas de frequência de interesse.

3 - Conclusão

Verifica-se que ao longo de 30 anos o uso de processamento de imagens na Guerra Eletrônica no IPqM foi bastante produtivo com soluções proprietárias e na fronteira do conhecimento. Todos esses desenvolvimentos foram baseados em parcerias com diversas universidades, como UFRJ, UFF, PUC e IME, resultando em financiamento mínimo. Além dos produtos descritos no item 2, foram publicados 6 artigos em revistas nacionais e internacionais; 10 artigos em congressos nacionais e internacionais; elaborados 2 trabalhos de conclusão em curso de graduação, 6 dissertações de mestrado e uma tese de doutorado.

Esse conhecimento adquirido torna-se cada vez mais relevante com os atuais desafios que envolvem o uso de inteligência artificial, visto que o pré-processamento e parametrização de dados coloca o processamento não só de imagens como o de sinais num protagonismo necessário. 🌞

Nota de Fim

1. Pesquisadores do Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Referências:

- [1] PACE P, E. *Detecting and Classifying low probability of intercept radar*, Artech house, 2009.
- [2] GUIMARAES, e. r.; NEVES, s. r.; PETRAGLIA, m. r. **processamento de imagens infravermelhas utilizando a transformada wavelet**. In: XVII Congresso Brasileiro de Automática, 2008, Juiz de Fora. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Automática, 2008.
- [3] NEVES, S. R.; Mendonça, g., v. **Image coding based on edges and textures via wavelet transform**. In: International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, 1998, Seattle. Proceedings of the ICASSP 98, 1998.
- [4] NEVES, S. R.; da Silva, E., A., B.; Mendonça, g., v. **A wavelet-watershed automatic infrared image segmentation method**. Electronics Letters , v. 39, n.12, p. 903-904, 2003
- [5] ALVES, J., A. **Recognition of ship types from in images using moment invariants and neural networks** – Tese M. Sc., Naval Postgraduate School.-2001.
- [6] NEVES, S. R.; FERNANDEZ, H. L. ; SOUZA FILHO, J. B. O. ; SEIXAS, J. M. **Combining morphological mapping and principal curves for ship classification**. In: International Symposium on Signal, Circuits and Systems, 2005, Iasi, Romania. Anais do ISSCS 2005.
- [7] Fernandes Neto, J., R.,. **Classificação automática de imagens no espectro infravermelho aplicado ao reconhecimento de automóveis**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Eletrônica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - 2008.
- [8] NEVES, S. R., **Aprimoramento de imagens baseado em fusão**, Apresentação III EGED – Rio de Janeiro – 2012.
- [9] ELLMAUTHALER, A. da Silva, E., A., B; PAGLIARI, C. L.; NEVES, S. R.. **Infrared-visible image fusion using the undecimated wavelet transform with spectral factorization and target extraction**. In: International Conference on Image Processing (ICIP) 2012, 2012, Orlando.
- [10] Figueirêdo, R., S., **Abordagens para análise e extração de características de radares LPI**., Dissertação (Mestrado em UFRJ COPPE-PEE Programa de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio –Rio de Janeiro -2019.
- [11] SOILLE, P., **Morphological image analysis - principle and applications**, Springer, 1999.
- [12] FACON, J., **Morfologia matemática: teoria e exemplos**, editor Jacques Facon, 1996.
- [13] HOUGH, P. V., **Method and means for recognizing complex patterns**, 1962, US Patent 3,069,654.

► Artigos Livres

Instituto de Pesquisas da Marinha: Navegando Pelos Mares da Invisibilidade Radar

Por SCNS Roberto da Costa Lima¹



1. Introdução

A tecnologia de invisibilidade ao radar (*stealth technology*) desempenha um papel crucial na guerra moderna devido à sua capacidade de fornecer uma vantagem tática significativa. Ao reduzir a detectabilidade, os recursos furtivos aumentam a probabilidade de sobrevivência em ambientes hostis. Concomitantemente, as capacidades ofensivas são aprimoradas uma vez que permitem a aproximação de alvos inimigos sem serem detectados. Desta forma, é proporcionada uma maior flexibilidade estratégica em questões de planejamento e execução de missões, pois os meios furtivos podem ser utilizados para reconhecimento e recolhimento de informações.

O desenvolvimento da tecnologia furtiva levou a avanços na ciência dos materiais, tecnologia de radar e outros campos. Esses avanços não beneficiaram apenas aplicações militares, mas também encontraram aplicações civis, como na aviação comercial e nas indústrias automotivas.

No que se refere a essa tecnologia, os materiais absorvedores de radar (RAM – Radar Absorbing Materials) ou conhecidos também como Materiais Absorvedores de Energia Eletromagnética (MARE) desempenham um papel crucial. Esses materiais são projetados para absorver e atenuar as ondas de radar, reduzindo a seção reta radar (RCS – Radar Cross-Section) de um objeto e tornando-o menos visível aos sistemas de radar. Um RAM é composto por substâncias que possuem propriedades elétricas e magnéticas com alta capacidade de dissipação de energia, capazes de absorver a radiação em frequências específicas convertendo essa energia em calor e impedindo a detecção do sinal de eco pelo radar.

A crescente demanda por MARE decorre principalmente do aumento significativo de sistemas eletrônicos integrados em veículos, resultando em uma correspondente elevação das interferências eletromagnéticas. Esses problemas incluem imagens falsas, aumento da desordem nos radares e redução do desempenho devido ao acoplamento entre os diferentes sistemas, podendo causar danos à navegação e dificuldades ocasionais no uso de equipamentos de radar. Os materiais absorvedores de micro-ondas têm demonstrado eficácia na eliminação ou minimização desses problemas. No contexto civil, os RAM também podem ser aplicados para eliminar ruídos que afetam a recepção de sinais de telecomunicação em edifícios urbanos, revestindo suas paredes externas, assim como em fornos de micro-ondas e na telefonia celular.

No âmbito da defesa marítima, os materiais absorvedores de radar são empregados para reduzir a seção reta radar (RCS) das plataformas navais. A RCS, também conhecida como assinatura radar, determina o tamanho e a configuração de um alvo na tela de um radar.

Além disso, partes estratégicas de radares são cobertas com estes materiais absorvedores para minimizar o impacto das reflexões múltiplas, que podem prejudicar seu funcionamento, preservando desta forma a integridade e minimizando as interferências eletromagnéticas.

Sendo assim, a busca por materiais com propriedades magnéticas e dielétricas, que possam ser utilizados como absorvedores de radiação eletromagnética, é crucial no contexto da Defesa Nacional.

2. Histórico

O Grupo de Tecnologia de Materiais (GTM) do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) tem se dedicado à pesquisa e desenvolvimento de Materiais Avançados, fornecendo solu-

ções tecnológicas de vanguarda para a Defesa Nacional. Dentre várias áreas de pesquisa, destaca-se, desde o início da década de 90, a dos Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE). Nesse contexto, o IPQM, em colaboração com a empresa AVIBRAS, concebeu uma tinta antirradar com o objetivo de absorver a radiação eletromagnética na faixa de micro-ondas, dificultando a detecção de meios navais por radares.

Os testes efetuados por intermédio das técnicas de medida em espaço aberto, realizadas em câmara anecoica e guia de ondas utilizando-se o Método de Transmissão/Reflexão (T/R), constataram valores de absorção de até 99,97% da onda eletromagnética incidente ao longo da banda de frequência estudada.

Na época, a AVIBRAS foi responsável pelo ajuste e homologação da tinta em conjunto com a Diretoria de Engenharia Naval. A primeira versão desta tinta, conhecida como TAM X, foi concluída em 2003, apresentada na Figura 1.

Navegando algumas milhas náuticas além, em 2019, o IPQM executou um outro pro-

jeto de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D na área de MARE, também concluído com êxito pelo GTM, denominado **Dispositivos Absorvedores de RF à Base de Cerâmicas Magnéticas Nanoparticuladas**. Tratou-se de um projeto de P&D de placas elastoméricas a base de material nanoparticulado para absorção de radiação eletromagnética na faixa de micro-ondas. Este trabalho foi desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande, tendo como órgão de fomento a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). A substância que proporciona as características absorvedoras, neste projeto, foi completamente distinta da utilizada na tinta absorvedora de micro-ondas. A principal vantagem do uso de placas é que já confere ao material uma pronta utilização, diferentemente da tinta que necessita da etapa de aplicação de demãos para o atingimento de determinada espessura, uma vez que o resultado absorvedor desejado depende de uma espessura de trabalho específica.

Como resultado do projeto, foi possível eleger dispositivos absorvedores que conferem um elevado poder de absorção dos dispositivos



Figura 1

Foto da primeira versão da tinta absorvedora de micro-ondas



Figura 2

Etapa da síntese do pigmento absorvedor



Figura 3

Dispositivos absorvedores e o equipamento utilizado para as suas caracterizações eletromagnéticas

nanoparticulados. Por intermédio das Figuras 2 e 3, é possível visualizar uma das etapas da síntese do pigmento absorvedor, alguns dispositivos absorvedores e o equipamento utilizado para as suas caracterizações eletromagnéticas.

3. Considerações finais

Os avanços da invisibilidade radar devem-se principalmente à pesquisa e desenvolvimento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Cabe ressaltar que tal tecnologia furtiva pode atuar como um multiplicador de força, permitindo que um número menor de recursos furtivos obtenha o mesmo ou maior efeito comparando-se com uma operação sem capacidades furtivas. Outrossim, torna-se particularmente valiosa em ambientes com recursos limitados e fundamental para melhorar a capacidade de sobrevivência, a eficácia e a flexibilidade das operações militares na guerra moderna. Desta forma, a invisibilidade radar tem se destacado como uma importante área de investigação e desenvolvimento para organizações de defesa em todo o mundo. 🌞

Nota de Fim

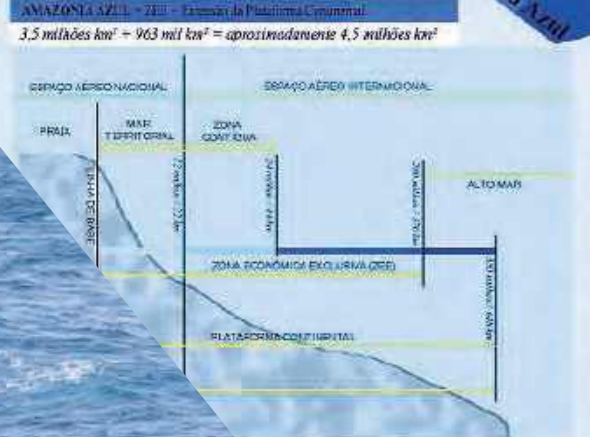
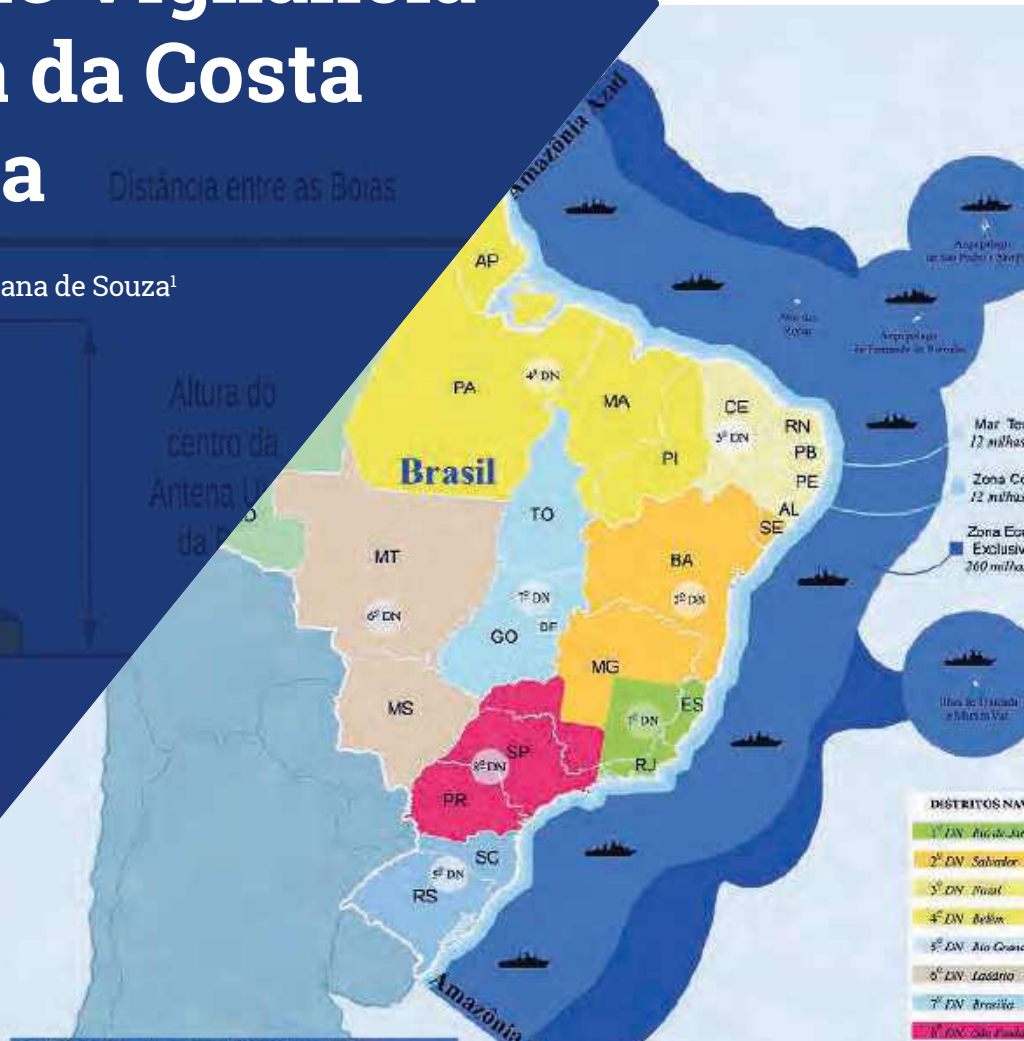
1. Servidor Civil Nível Superior do Instituto de Pesquisas da Marinha, Engenheiro Químico, Encarregado da Divisão de Cerâmicas Avançadas do Grupo de Tecnologia de Materiais, Mestre e Doutor em Engenharia de Materiais pela COPPE/

UFRJ. Especialista em Cerâmicas Eletrônicas com foco em Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética na faixa de Micro-ondas, Radomes e Materiais Magnéticos.

► Artigos Livres

Projeto de Vigilância Acústica da Costa Brasileira

Por CC (EN) Leonardo Pestana de Souza¹



MAR TERRITORIAL
É o faixa até 12 milhas (22 km) de costa. Não tem soberania absoluta sobre os recursos naturais e o trânsito de embarcações.

ZONA CONTÍGUA
A Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar permite que o Estado costeiro mantenha sob seu controle uma área de até 12 milhas náuticas, adicionalmente às 12 milhas do mar territorial, para o propósito de evitar ou reprimir as infrações de suas leis e regulamentos aduaneiros, fiscais, de imigração, sanitários ou de natureza no seu território ou mar territorial.

ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA (ZEE)
Localiza-se entre 12 e 200 milhas (370 km) do litoral. Não se faz o trânsito de embarcações e livre, mas o Brasil é dono de todos os recursos vivos e não vivos da água do solo e do subsolo. É uma área de 1,3 milhões de quilômetros quadrados.

EXTENSÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL
O Brasil pleiteia na ONU a extensão dos limites de sua plataforma continental, e que, no entanto, significa ampliar o limite de 200 para 350 milhas (646 km) da costa. A medida acrescentaria em 363 mil quilômetros quadrados o território no qual o país é dono dos recursos naturais.

Resumo

Este artigo apresenta um projeto de vigilância acústica da costa brasileira, com uso de boias fundeadas. Inclui exemplos de aplicação da vigilância acústica desde a Guerra Fria aos dias de hoje, descreve como é implementada a vigilância no Brasil e cita projetos que utilizam boias com sensores acústicos para fins meteorológicos e ambientais no país.

1 – Introdução

Brasil tem, a partir da sua costa, uma grande área marítima no oceano Atlântico, que só este país pode explorar economicamente, sendo a principal via de comércio exterior e rica em recursos naturais e minerais.

Essa área é dividida em mar territorial, zona contígua, zona econômica exclusiva e extensão da plataforma continental. Em comparação à importância da floresta amazônica para o país, é chamada de Amazônia Azul, como ilustrado na Figura 1.

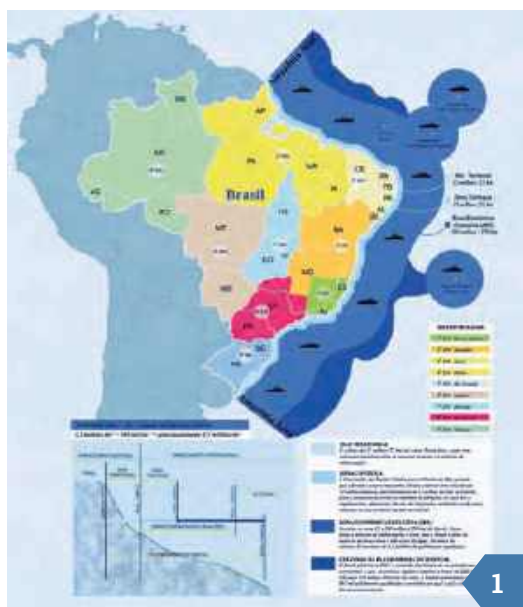


Figura 1
Amazônia Azul [1].

Precisamos ter segurança e condições para exercer a autoridade do Estado neste vasto território oceânico, e a Marinha do Brasil (MB) é encarregada de supervisionar e coibir a prática de atividades ilícitas no mar. Para isso, é imprescindível ter a habilidade de monitorar, a fim de identificar possíveis ameaças e, conseqüentemente, agir em situações adversas.

Atualmente, a vigilância da costa do Brasil é feita por meio de instalações em terra, navios e aeronaves, utilizando a identificação visual e equipamentos de Detecção e Telemetria por Rádio – RADAR para identificar navios de superfície que transitam no mar e que não fornecem informações de identificação de plataforma. Para reconhecer tanto navios de superfície quanto submarinos, a MB utiliza navios e aeronaves, capazes de Navegar e Determinar a Distância pelo Som – SONAR, como mostra a Figura 2.



Figura 2
Navio de superfície, submarino e helicóptero empregados na vigilância acústica [2]

Para que a vigilância ocorra em tempo integral, é importante que sejam instalados equipamentos de vigilância fixa, como, por exemplo, o sistema implementado nos Estados Unidos nos anos 1950 durante a Guerra Fria, quando a Marinha dos Estados Unidos instalou um sistema de vigilância submerso para rastrear submarinos. A Figura 3 ilustra o Sistema de Vigilância

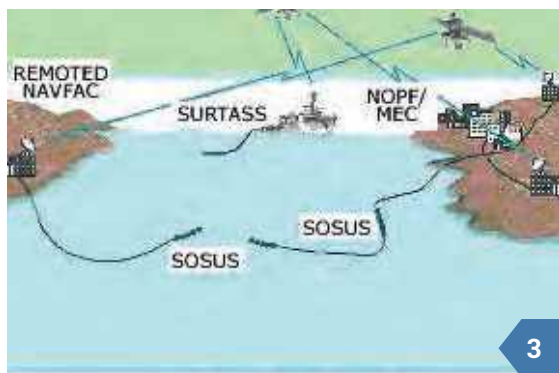


Figura 3
Sistema SOSUS [3]

Sonar - SOSUS, que consiste em uma rede de hidrofones que se encontra no fundo do oceano, abrangendo os oceanos Atlântico e Pacífico.

Esse sistema utiliza o canal que ocorre em regiões de águas profundas oceânicas, atuando como um guia para ondas acústicas de baixa frequência – SOFAR, que sofrem menor perda de propagação, permitindo sua transmissão por longas distâncias. Os sons de baixa frequência gerados por submarinos podem ser percebidos a grandes distâncias por conjuntos de hidrofones localizados em taludes continentais e montes submarinos, ligados por cabos submarinos a instalações em terra. Esses conjuntos de hidrofones monitoram o oceano, captam sons e enviam os dados para as bases costeiras para análise.

Ao final da Guerra Fria, a Marinha dos Estados Unidos resolveu permitir que esse sistema fosse utilizado por cientistas com credenciais de segurança adequadas, o que foi chamado de "uso duplo". Atualmente, o SOSUS é empregado para investigar fontes hidrotermais e identificar erupções vulcânicas submarinas. O sistema também é empregado na análise dos sons emitidos por animais marinhos. Os cientistas podem estudar e rastrear esses animais nos oceanos Atlântico e Pacífico usando os conjuntos de hidrofones SOSUS. Este sistema também tem sido empregado para monitorar as flutuações de temperatura

nos oceanos, decorrentes das alterações climáticas. Ao medir o tempo que as ondas sonoras percorrem, o sistema SOSUS consegue registrar as mudanças na temperatura média do oceano em uma bacia oceânica.

Com o progresso dos hidrofones e das transmissões sem fio, foi viável criar dispositivos de monitoramento acústico que retransmitem os dados acústicos coletados por meio de radiofrequência, como as sonoboias, que são apresentadas na Figura 4. Elas são sistemas de sonar portátil com flutuador, lançados no mar por aeronaves, para detecção de submarinos, utilizados atualmente pela Marinha dos Estados Unidos. Ao colidir com a água, o flutuador é inflado e o sistema é acionado.



Figura 4
Sonoboias sendo lançadas de uma aeronave [4]

Um dispositivo de superfície inflável com um transmissor de rádio permanece na superfície, enquanto um ou mais conjuntos de hidrofones e equipamentos estabilizadores descem abaixo da superfície até uma profundidade determinada, dependendo das condições do ambiente e do padrão de busca. Por meio de um sistema de rádio, a boia transmite informações acústicas de seus hidrofones para os operadores da aeronave.

Essas sonoboias têm alta flexibilidade para o local de uso e transmissão sem fio em tempo real com as aeronaves. No entanto, geralmente são descartáveis, têm alto custo para serem adquiridas e ainda requerem aeronaves com capacidade de lançar e se comunicar com esses aparelhos.

Outra aplicação da transmissão sem fio para monitoramento acústico em águas profundas é a utilização de boias de vigilância fundeadas, como ilustrado na Figura 5. Essas boias possuem a vantagem de serem capazes de monitorar uma ampla área da superfície do oceano, podendo ser utilizadas como uma rede de monitoramento. Além de incluírem conjuntos de hidrofones para monitorar assinaturas acústicas, as boias podem ser equipadas com RADAR, câmeras ópticas e térmicas estabilizadas por giroscópio, Sistema de Identificação Automática – AIS, Sistema Global de Navegação por Satélite – GNSS, aplicativo integrado de comando e controle, sistemas de geração de energia e comunicações. Esses recursos permitem o rastreamento de diversas formas, inclusive de embarcações que não transmitem sinal AIS. Os dados do sistema podem ser transmitidos para as bases de comando terrestres, embarcados por meio de sistemas celulares ou satélites, dependendo da localização. Apesar de haver dados sobre esse equipamento na página da empresa OPT que o fabrica, não é possível saber quais países usam essas boias.

Uma demonstração adicional de utilização de boias para monitoramento acústico é a instalação de um conjunto de bóias com sensores acústicos em uma hidrovía localizada em Mo-



Figura 5

Boia de vigilância fundeada [5]

rehead, Carolina do Norte [6], com o objetivo de prevenir possíveis ameaças de embarcações nas proximidades do porto local. No entanto, a comunicação de dados entre as bóias ocorre por meio da comunicação acústica e uma das bóias do conjunto transmite informações por satélite para instalações em terra.

Para que a MB realize a vigilância permanente e abrangente da costa, com a detecção de navios de superfície e submarinos, sem a necessidade de deslocar os seus navios de superfície, submarinos e aeronaves equipados com sensores acústicos, e para minimizar a exposição desses meios, é proposto neste trabalho um Projeto de Vigilância Acústica da Costa Brasileira – PVA-CB, uma vez que o Brasil não possui projetos com essa finalidade em pleno funcionamento.

2 – Objetivos

Com o objetivo de atender às necessidades da Marinha, este trabalho apresenta um projeto de monitoramento acústico que emprega um conjunto de bóias ancoradas no leito do oceano utilizando poitas. A vigilância consiste em monitorar os ruídos de embarcações de superfície e submersas.

3 – Metodologia

Neste trabalho é proposto um projeto de vigilância que contempla sensores acústicos, é apresentado o alcance e tipos de comunicações utilizadas, assim como um esquema do projeto.

4 – Resultados

Para o PVACB, é proposto o esquema da Figura 6, que inclui dispositivos de monitoramento acústico, dispositivos de retransmissão de dados acústicos e instrumentos auxiliares, que serão detalhados a seguir.

Nesse projeto, os dados acústicos brutos são pré-processados e apenas os sinais coerentes

com os ruídos de embarcações são mantidos. São instalados AIS para transmitir a identificação da boia e a recepção de dados eventual-

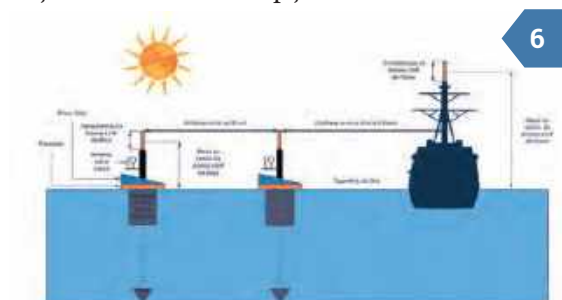


Figura 6

Esquema do Projeto de Vigilância Acústica da Costa Brasileira [7]

mente transmitidos por embarcações, GNSS para fornecer a sua localização, placas solares e baterias para suprir energia, Unidade Central de Processamento – CPU e memória para o processamento e armazenamento das informações transmitidas e recebidas, e antena UHF para transmissão e recepção entre as bóias, entre estas e navios ou outros meios que recebam as informações.

Para que o sistema tenha uma ampla cobertura, é necessário que seja modular, permitindo a inclusão de bóias em áreas de interesse, o que pode ser utilizado como base para a criação de uma rede nacional de sensoriamento acústico.

Com o objetivo de evitar a necessidade de deslocar-se em grande quantidade, o sistema será implementado para que as bóias abranjam, pelo menos, uma distância de 20 milhas náuticas (37,04 km). Dessa forma, devem ser instaladas, espaçadas de distâncias compatíveis com essa cobertura, e devem ter capacidade de se comu-

nicar nesse mesmo raio de alcance com os navios que irão coletar os dados.

Para a transmissão de informações, é proposto utilizar a transmissão de radiofrequência, uma vez que as conexões da rede de telefonia celular não estão disponíveis em áreas marítimas distantes da costa. Além disso, as comunicações por satélite, apesar de oferecerem alta mobilidade, exigem um alto custo e tornam os usuários dependentes da confiabilidade e segurança dos fornecedores que prestam esses serviços. O enlace de radiofrequência, por outro lado, não requer um custo mensal para transmissão e pode ser uma rede militar própria para essa finalidade.

5 – Conclusão

O PVACB apresentado permite que a MB amplie a sua capacidade de vigilância e tenha disponível, em tempo integral, equipamentos que podem detectar atividades ilícitas, tais como embarcações que realizam tráfico de drogas, armas, pirataria, crimes ambientais, bem como a presença de meios de superfície e submersos não autorizados.

Apesar de não existirem projetos de vigilância acústica em pleno funcionamento com a utilização de bóias no Brasil, existem projetos para fins meteorológicos e ambientais em andamento. Para exemplificar, é possível mencionar o PNBOIA [8] e o PMPAS-BS [9]. 🌞

Nota de Fim

1. Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha do Brasil. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregado da Divisão de Coordenação e Apoio do

Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos. Mestre em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

Referências:

- [1] BRASIL, M. do. Amazônia Azul. 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/delareis/?q=amazoniazul>>.
- [2] SOUZA, Leonardo Pestana. Propagação UHF sobre a superfície do mar aplicada à vigilância acústica da costa brasileira. 2022.
- [3] SEA, D. of Sound in the. Sound Surveillance System (SOSUS). 2022. Disponível em: <<https://dosits.org/galleries/technology-gallery/locating-objects-by-listening-to-their-sounds/sound-surveillance-system-sosus/>>.
- [4] CURIOSIDADES, D. e. Como os aviões encontram submarinos em águas profundas? 2022. Disponível em: <<https://www.dicasecuriosidades.net/2018/09/como-os-avioes-encontram-submarinos-em-aguas-profundas.html>>.
- [5] OPT. PB3 PowerBuoy. 2022. Disponível em: <<https://oceanpowertechnologies.com/platform/oppb3-power-buoy/>>.
- [6] RICE, J.; WILSON, G.; BARLETT, M.; SMITH, J.; CHEN, T.; FLETCHER, C.; CREBER, B.; RASHEED, Z.; TAYLOR, G.; HAERING, N. Maritime surveillance in the intracoastal waterway using networked underwater acoustic sensors integrated with a regional command center. In: IEEE. 2010 International WaterSide Security Conference. [S.l.], 2010. p. 1–6.
- [7] CARDOSO, Stilson Veras et al. Propagação de frequência ultra-alta sobre a superfície do mar aplicada à vigilância acústica da costa brasileira. Revista Pesquisa Naval, v. 1, n. 33, p. 67-73, 2021.
- [8] BRASIL, M. do. PNBOIA. 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-goos-brasil/pnboia>>.
- [9] PETROBRAS. Comunicação Bacia de Santos. 2022. Disponível em: <<https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/projeto-de-monitoramento-da-paisagem-acustica-submarina-pmpas->>.

► Artigos Livres

Ventos novos na frota de projetos do IPqM: como a gestão integrada, as metodologias ágeis e o ecossistema HIDRA beneficiam a MB

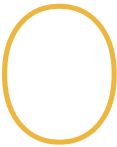
Por CC(EN) Luciana da Silva Briggs¹,
SCNS Cristian Klen dos Santos²,
SCNS Pablo Rangel³,
SCNS Marcelo Medeiros Carneiro⁴,
Paulo Collares⁵,
José Gomes de Carvalho Júnior⁶



Resumo

O Grupo de Sistemas Digitais (GSD) do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) tem uma trajetória de 40 anos de sucesso no desenvolvimento de sistemas para a Marinha do Brasil (MB). Mais recentemente, a adoção de uma estratégia integrada de pesquisa e desenvolvimento de projetos levou à criação do Ecossistema HIDRA. Vários produtos foram entregues após a aplicação dessa estratégia, reduzindo o tempo e os custos de desenvolvimento e de manutenção, aumentando a qualidade, mitigando os riscos e aumentando a satisfação dos clientes finais. Essa estratégia passa por utilizar tecnologias integradas, direcionar os temas de pesquisa aos objetivos dos projetos, fomentar a participação dos clientes na gestão dos projetos e gerenciar os recursos humanos disponíveis de forma colaborativa e não competitiva em um cenário de escassez crescente. Este artigo descreve como o ecossistema HIDRA reduziu custos de desenvolvimento e de manutenção, possibilitou entregas nos prazos e aumentou o domínio tecnológico da MB sobre os sistemas.

1. Panorama histórico

 GSD possui 40 anos de experiência na produção de sistemas, tais como o SSTT-1, o Treinador de Ataque e o SSTT-2 (simuladores de treinamento), o TTI-2700, o TTI-2900 e o TTI Aeronáutico (sistemas táticos embarcados), o SCM e o SISCAV (sistemas de controle de propulsão e de avarias, respectivamente), o LOOP-150 (controle de planta nuclear), o Link-YB (enlace tático de dados) e o Extrator Radar (detecção e acompanhamento de alvos radar), além de parcerias, tais como nos sistemas de combate SICONTA embarcados em diversos navios da MB.

Embora os sistemas desenvolvidos entre 1980 e 2010 tenham sido implantados em diversos

navios e OM de terra, desde centros de treinamento até hospitais de apoio, e tenham inclusive sido exportados (o TTI-2900 operou em duas corvetas uruguaianas), não havia uma estratégia conjunta nas tecnologias empregadas, no gerenciamento dos projetos, na gestão de pesquisa acadêmica ou ainda no manejo dos recursos humanos.

Em 2009, o IPqM iniciou uma estratégia para fortalecer suas capacidades em engenharia de software e inteligência artificial, impulsionada pela extinta Secretaria de Ciência e Tecnologia da Marinha (SecCTM), por meio do projeto de Desenvolvimento de Sistema de Fusão de Dados (DFSD). Sob a gestão da então recém-criada Divisão de Sistemas do GSD, este projeto visava a capacitar pesquisadores e engenheiros na área de fusão de dados, a fim de desenvolver soluções para problemas operativos da MB e tornar o IPqM referência no assunto, num horizonte temporal de médio e longo prazos.

O projeto DFSD fomentou a capacitação dos recursos humanos viabilizando em soluções de problemas de fusão de dados, desde a fusão de *plots* de radar até a fusão de *tracks* entre sensores passivos e ativos [1]. A capacitação a permitiu a criação de modelos correlatos, tais como lógica híbrida para expressar regras de domínio gerais [2] [3], cálculos de interceptação de alvos [4], otimização de meios [5] e identificação de padrões de formatura [6].

Além do campo acadêmico das dissertações de mestrado, teses de doutorado e publicações de artigos científicos, o conhecimento foi diretamente empregado nos sistemas desenvolvidos pelo GSD. Um exemplo é o Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE), que foi desenvolvido a partir de um software experimental criado para testar modelos de fusão de dados e que está instalado em mais de 20 navios (Figura 1).



Figura 1

CISNE operando no Sirius – imagem extraída de reportagem televisiva

2. Virando a página

O sucesso do DFSD e a crescente demanda por sistemas integrados levaram o GSD a repensar sua metodologia de P&D. Em 2014, o GSD decidiu adotar uma abordagem holística para o desenvolvimento de sistemas, com foco na integração, padronização e reúso de componentes. Essa nova abordagem era baseada no conceito de Linha de Produto de Software (LPS), e passou a contribuir para a otimização do processo de desenvolvimento dos novos sistemas desenvolvidos pela Divisão.

O principal motivador técnico para essa decisão foi a similaridade dos projetos. Tratar os projetos individualmente em um cenário de diminuição contínua dos recursos humanos, aumenta os custos de desenvolvimento e a complexidade de gestão de pessoas e do conhecimento, gerando competitividade, em vez de cooperação, entre os projetos. Além disso, a falta de padronização tecnológica e o emprego de técnicas antigas de Engenharia de Software causavam problemas de engessamento do desenvolvimento e dificuldades nas manutenções corretiva e evolutiva, aumentando os custos e os riscos e diminuindo o domínio do conhecimento. Para mitigar esses problemas, era necessário adotar uma estratégia que direcionasse a pesquisa acadêmica, adotasse tecnologias compartilhadas, flexibilizasse a

especificação de requisitos e aumentasse a gestão participativa dos clientes.

Na década de 2010, com essa nova estratégia de P&D, foram desenvolvidos o CISNE para a DGN, o Simulador de Navegação (SimNav) para o CIAGA, o Simulador de Periscópio (SimPer) para o CIAMA, o Sistema Simulador de Treinamento Tático (SSTT-3) para o CAAML, o Sistema de Consciência Situacional Unificada do Ambiente Marítimo (SCUA) para o ComOpNav, Distritos Navais e Capitancias (à época conhecido como Projeto Piloto do SisGAAz) e a Raia Virtual de Tiro (RVT) para o Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP), que estão relacionados na Figura 2. Em 2014, a abordagem de LPS e o conjunto de práticas de gestão e produção de software foi denominado como ecossistema HIDRA.



Figura 2

Sequência de projetos desenvolvidos de 2010 a 2020 com base na HIDRA

A adoção do ecossistema HIDRA mostrou-se acertada em 2016, quando o Comando de Operações Navais (ComOpNav) solicitou ao IPqM uma solução célere para a monitoração da Baía de Guanabara durante os Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro. Em apenas três meses, por meio do reúso dos artefatos gerados para esses três projetos, o IPqM desenvolveu uma versão preliminar de um sistema chamado Projeto Piloto do SisGAAz, posteriormente denominado SCUA (Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas). O sistema foi empregado nos Jogos Olímpicos, Jogos Paralímpicos e em pelo menos duas operações de Garantia da Lei e da Ordem em 2017 e 2018, ajudando várias operações conjuntas da MB com outras entidades governamentais (Figura 3).



Figura 3
SCUA operando no COMPAAz

3. Progredindo para o Hidra-2

Em 2019, por ocasião da encomenda do projeto do Sistema do Centro de Acompanhamento de Respostas a Emergências Nucleares e Radiológicas Navais (SIS-CARE), optou-se por mudar a arquitetura de software para torná-la baseada em microsserviços e mais adequada às necessidades de sistemas de Internet, como é a característica desse projeto, pois arquiteturas baseadas em microsserviços são ideais para suportar LPS. A combinação de um ou mais microsserviços e sua implementação é um requisito funcional.

A atualização do ecossistema foi denominada HIDRA-2 e, além da nova arquitetura baseada em microsserviços, foram introduzidas melhorias no processo de desenvolvimento como um todo, pois o Ecossistema HIDRA não é apenas uma plataforma de desenvolvimento de software, mas uma série de práticas que norteiam tanto a gestão ágil de projetos quanto o ciclo de vida do software como um todo.

A gestão participativa nesse ecossistema é essencial para o seu sucesso, pois permite que os clientes participem ativamente do processo de desenvolvimento, fornecendo *feedbacks* valiosos e requisitos flexíveis que podem ser adaptados conforme as necessidades do projeto. Isso é especialmente importante em um ambiente ágil, onde a capacidade de responder rapidamente às mudanças é vital. Além disso, nesse ecossiste-

ma, os métodos ágeis, como Scrum e Kanban, promovem a colaboração, a transparência e a adaptabilidade, facilitando a incorporação de novos requisitos e a entrega contínua de valor para o cliente.

Nessa fase do HIDRA-2 foram criados diversos projetos, tanto os que já foram entregues quanto os que estão em desenvolvimento e em vias de serem entregues. A Figura 4 ilustra esses projetos.



Figura 4
Projetos baseados no HIDRA-2

A integração contínua e os testes automatizados são práticas fundamentais para suportar a agilidade nessa LPS.

A integração contínua permite que as alterações de código sejam regularmente verificadas e mescladas, reduzindo a complexidade da integração e permitindo a detecção precoce de problemas.

Os testes automatizados, por outro lado, garantem a qualidade do software, permitindo a execução rápida de um grande número de testes a cada integração.

Essa combinação de técnicas resulta em um *feedback* mais rápido sobre a qualidade do software, permitindo que as equipes corrijam os problemas mais cedo e entreguem produtos de alta qualidade de forma mais eficiente.

3.1 Características Gerais

Um dos grandes diferenciais desse Ecossistema é permitir a criação de produtos específicos para diferentes projetos, compostos por módulos reutilizáveis a partir de um repositório central compartilhado entre os projetos. Essa abordagem de linha de produtos facilita a manutenção e atuali-

zação dos sistemas, além de evitar a duplicação de esforços. A integração flexível dos componentes garante a adaptação às demandas específicas de cada contexto, minimizando os esforços necessários à criação de novos sistemas. A Figura 5 ilustra a interseção existente entre três dos principais projetos em termos de serviços comuns a dois ou mesmo três dos projetos.

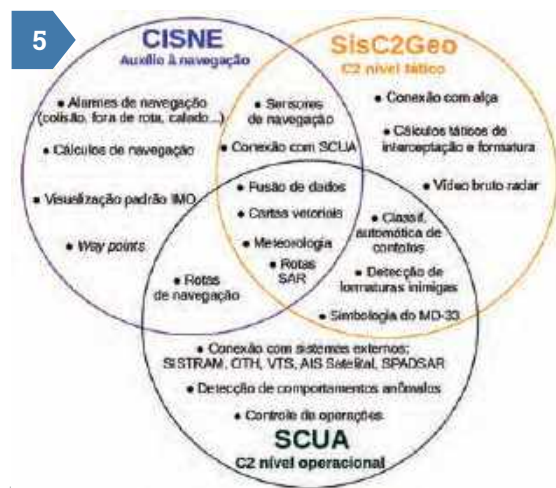


Figura 5

Interseções de requisitos entre os projetos que viabilizam o reúso de serviços

O ecossistema HIDRA adere aos princípios do desenvolvimento ágil, com um ciclo de vida adaptável às necessidades dos clientes. A constante colaboração entre a equipe e o cliente garante a evolução do sistema em consonância com as demandas, com baixo impacto para os gestores do projeto. Foi concebido para se adaptar a diferentes contextos de hardware e software, garantir a interoperabilidade em diversas plataformas e oferecer interfaces intuitivas e fáceis de usar. Além disso, prioriza a reutilização de código aberto e incorpora programas, bibliotecas e algoritmos de terceiros de forma criteriosa e sob demanda.

O HIDRA está fundamentado em uma Arquitetura de Software de microsserviços [7]. Utiliza os padrões GOF [8] de forma adaptável às

demandas específicas do projeto e às restrições das normas da MB. A comunicação assíncrona, a interoperabilidade, a flexibilidade e a usabilidade são pilares centrais de sua arquitetura, favorecendo a construção de sistemas escaláveis e alinhados às necessidades do projeto.

A adoção de microsserviços na versão atual do HIDRA traz benefícios de flexibilidade, confiabilidade e agilidade nas implantações de novas funcionalidades. A separação da camada de visualização das camadas de modelo e controle permite o desenvolvimento independente do *front-end* e do *back-end*, facilitando a implementação de diferentes interfaces de usuário e promovendo a reutilização de componentes em diversas plataformas.

3.2 Tecnologias

Além do código-fonte desenvolvido pela equipe da Divisão de Sistemas do GSD, este Ecossistema integra programas, bibliotecas e algoritmos de terceiros, tal como ilustrado na Figura 6.



Figura 6

Tecnologias de terceiros utilizadas nos projetos do ecossistema HIDRA

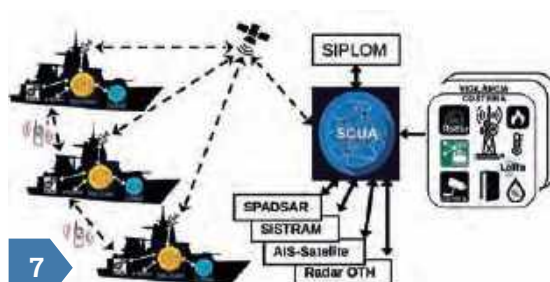
Esses produtos são selecionados com critérios que incluem eficácia, longevidade na comunidade e conformidade com os padrões de mercado. Dá-se preferência à reutilização de códigos e artefatos de código aberto, recorrendo a componentes pagos somente para satisfazer necessidades específicas de funcionalidades, visando a acelerar o desenvolvimento em áreas periféricas ao escopo principal da aplicação.

O software do HIDRA é inteiramente desenvolvido utilizando as tecnologias Java, React.js e React Native. O banco de dados é o PostgreSQL com a extensão geográfica (PostGIS). A gerência de repositório é feita no GitLab, o controle gerencial pelo Open Project, a coleta de métricas fica a cargo do Prometheus, enquanto que a apresentação das métricas é feita pelo Grafana. A comunicação entre os microsserviços fica a cargo do RabbitMQ, enquanto que a comunicação com sensores utiliza MQTT e LoRaWAN. Os sistemas são desenvolvidos para multiplataformas, podendo executar em ambiente Windows, Android, Linux ou Web, conforme a necessidade específica de cada um.

3.3 Buscando a integração total

Estando atualmente presente no nível tático com o Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo) e o Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE), no nível operacional com o Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA), o qual, por sua vez está integrado com o SIPLOM no nível estratégico, a meta agora é aumentar a integração entre esses níveis e dentro do nível tático especificamente. No nível tático, sistemas de navios serão integrados pelo Sistema Tático de Enlace em Rádiopropagação Naval (STERNA), também desenvolvido pelo IPqM, pelo Enlace Tático de Dados por rádio e por enlaces satelitais, quando disponíveis. Entre os níveis Operacional e Tático, a integração SisC2Geo-SCUA passará a incorporar informações de outros sistemas embarcados, como os sistemas de controle de motores, máquinas auxiliares e controle de avarias, o que incrementará a consciência situacional do nível operacional (SCUA), agregando informações do estado atual da embarcação (alarmes, comunicações, adernamento, e situação de combater, navegar ou flutuar) e de sua capacidade operacional (velocidade máxima e autonomia, por exemplo).

No sentido contrário, do Operacional para o Tático, o navio poderá receber, tratar e apresentar informações mais atualizadas, tais como Mapas de Deriva para operações de busca e salvamento (SAR) (recebidos pelo SCUA do sistema SPAD-SAR), Rotas de SAR pré-calculadas (também recebidas do SPADSAR), Mapas Meteorológicos detalhados da região de interesse (recebidos do CHM) e informações de inteligência existentes no SCUA (recebidas de outras instituições governamentais, como a Polícia Federal ou a Receita Federal). O SisC2Geo pode integrar informações de outros sistemas embarcados desenvolvidos pelo IPqM, tais como o MAGE Defensor, Sonar e SCM. Neste momento, essa maior integração será no sistema a ser implantado pelo IPqM para o NPa Mangaratiba, que incluirá, além do SisC2Geo, o Sistema de Controle e Monitoração (SCM), que controla motores, máquinas auxiliares e alarmes.



7

Figura 7

Integração dos níveis Estratégico, Operacional e Tático perseguida pelo IPqM

A Figura 7 ilustra a integração entre os sistemas de diferentes níveis objetivada pelo IPqM. A bordo do navio, no nível tático, o SisC2Geo é o concentrador de informações, recebendo dados dos sensores de navegação e radares e os dados do SCM de estado do navio, além de enviar e receber dados do CISNE. Os dados táticos são transmitidos do SisC2Geo para outros navios pelo STERNA. Para o SCUA, além dos dados táticos, é enviada a situação operacional do na-

vio utilizando a conexão satelital, que também é utilizada para receber dados do SCUA provenientes de outros sistemas, tais como rotas de SAR calculadas pelo SPADSAR.

No nível Operacional, o SCUA é o grande integrador de informações, recebendo dados dos sensores das Estações de Vigilância Costeira, dos sistemas alimentadores (SISTRAM, OTH, SPADSAR e AIS Satelital), controlando as Operações e se integrando com os SisC2Geo a bordo dos navios, além de enviar e receber dados para o SIPLM no nível estratégico por meio do INTERC2.

4. Conclusão

O sucesso dos muitos projetos do GSD/IPqM nos últimos 15 anos se deve à visão estratégica de tratar os sistemas de forma integrada, reduzindo custos de desenvolvimento, de manutenção e de logística, além de facilitar a integração dos diversos produtos de bordo e destes com os produtos em terra nos diversos níveis, estratégico, operacional e tático. O Ecossistema HIDRA continuará evoluindo e incorporando novos sistemas para atender às necessidades complexas dos sistemas navais. 🌞

Notas de Fim

1- Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha. Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha como Encarregada da Divisão de Sistemas (IPqM-144). Mestre em Engenharia de Telecomunicações pela Universidade Federal Fluminense.

2- Servidor Civil Tecnologista Sênior do Instituto de Pesquisas da Marinha atuando como Ajudante da Divisão de Sistemas. Mestre e Doutor em Sistemas Computacionais pela Universidade Federal Fluminense do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

3- Servidor Civil Tecnologista Sênior do Instituto de Pesquisas da Marinha atuando como Ajudante da Divisão de Sistemas. Mestre e Doutor em Engenharia da Computação pela Universidade Federal Fluminense do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Exerce também o magistério superior lecionando em cursos de graduação e pós-graduação na Universidade Estácio de Sá. Coautor do livro *Sistemas Orientados a Objetos: teoria e prática com UML e Java*, da Editora Brasport.

4- Servidor Civil Tecnologista Sênior do Instituto de Pesquisas da Marinha atuando como Ajudante da Divisão de Sistemas. Mestre em Informática e Doutor em Computação Gráfica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

5- Analista de Sistemas atuando em desenvolvimento de sistemas na Divisão de Sistemas do Instituto de Pesquisas da Marinha.

6- Servidor Civil Tecnologista Sênior aposentado do Instituto de Pesquisas da Marinha atuando como Assessor da Divisão de Sistemas. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense e Doutor em Computação de Alto Desempenho pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Coautor do livro *Sistemas Orientados a Objetos: teoria e prática com UML e Java*, da Editora Brasport.

Referências:

L. F. Yuan Gouvea, J. Gomes de Carvalho Junior, P. Colares Moreira Neto e P. Rangel, MFDR - **Módulo de Fuso de Dados**". Patente BR 51 2021 000104 4, 22 01 2021. P. RANGEL, J. Gomes de Carvalho Júnior; RAMIRES M. Ramos e SOUZA J. Moreira de, "**Context reasoning through a multiple logic framework**," em 2010 Sixth International Conference on Intelligent Environments, Kuala Lumpur, 2010. P. Rangel, J. Gomes de Carvalho Júnior, M. Ramos Ramirez e J. Moreira de Souza, "**RT-MLR: a hybrid framework for context-aware systems**," em Corchado, E., Kurzyński, M., Woźniak, M. (eds) Hybrid Artificial Intelligent Systems. HAIS 2011. Lecture Notes in Computer Science, vol 6679, Berlin, Heidelberg, 2011. L. F. Yuan Gouvêa, "**Otimização de trajetória de intercepção marítima de alvos utilizando algoritmos gené-**

uticos e enxame de partículas," Tese de Doutorado, 2012. P. Rangel, J. R. Potier de Oliveira, J. Gomes de Carvalho Júnior, B. de Souza Leite Pires de Lima e S. Guimarães, "**A fuzzy evolutionary simulation model (FESModel) for fleet combat strategies**," em GECCO '13 Companion: Proceedings of the 15th annual conference companion on Genetic and evolutionary computation, Amsterdam, 2013. [6] P. Rangel, J. Gomes de Carvalho Júnior e J. R. Potier de Oliveira, "Classification of Waship Formations using a Kohonen Network," em 26th International Conference on Information Fusion, Charleston, 2023.

Thönes, J. Microservices. IEEE Software, 32(1), 116. 2015.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. **Design patterns: elements of reusable object-oriented software**. Addison-Wesley Longman Publishing. 1995.



► Epílogo

O IPqM e o Futuro: Pioneirismo e Inovação na Marinha do Brasil

Por CMG(EN) Carla de Sousa Martins¹



Introdução

O Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), localizado no Complexo Naval da Ribeira (CNR), celebra seu 65º aniversário com uma rica história de contribuições para a ciência, tecnologia e inovação da Marinha do Brasil. A criação do IPqM foi um marco decisivo no desenvolvimento tecnológico da Marinha do Brasil. O lançamento da pedra fundamental em 27 de dezembro de 1955, por determinação do Ministro da Marinha, Almirante de Esquadra Antonio A. Câmara Junior, e com o apoio do Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, futuro patrono da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, estabeleceu a base para um centro de excelência em pesquisa tecnológica. Desde então, o IPqM tem sido pioneiro em diversas áreas, contribuindo para o desenvolvimento de materiais e sistemas aplicáveis aos meios navais brasileiros.

Este marco representa uma oportunidade para refletir sobre seu passado e, mais importante, vislumbrar seu futuro como um instituto pujante que continua a desenvolver soluções inovadoras para os desafios da Marinha moderna, espe-

cialmente considerando o advento de ameaças transnacionais à segurança dos Estados, como o terrorismo e o crime organizado transnacionais, as agressões aos ecossistemas ambientais, guerra cibernética, uso de veículos autônomos, conflitos assimétricos, entre outros (Figura 1). Com foco em tecnologias emergentes como inteligência artificial (IA), manufatura aditiva e veículos autônomos, o IPqM está posicionado para liderar a Marinha do Brasil rumo ao futuro.

1. O Legado

Desde sua fundação em 1959, o IPqM tem sido um pilar de pesquisa e desenvolvimento para a Marinha do Brasil e tem desempenhado um papel crucial na redução da dependência tecnológica do país, promovendo avanços significativos em áreas como sistemas de armas, guerra eletrônica, sistemas de monitoração e controle e acústica submarina. São mais de 50 produtos e sistemas entregues ao longo de sua existência.

Projetos pioneiros nas áreas de biologia marinha, energia solar e biomassa durante a década de 1970 demonstram a capacidade do IPqM de diversificar suas áreas de pesquisa e atender às necessidades do país. Voltando-se para as



Figura 1
Ameaças do Presente (fotos extraídas da internet)

últimas três décadas, outros projetos de grande relevância para os nossos meios operativos podem ser citados (vide Figura 2), tais como: a primeira versão do Sistema de Controle Tático (SICONTA Mk1), o Sistema de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica “MAGE Defensor”, atualmente em sua terceira versão (Mk3) destinada às Fragatas Classe Tamandaré, o Sonar Ativo Nacional (SONAT) e o Sistema de Consciência Situacional Unificado por Aquisição de Informações Marítimas - versão 2 (SCUA-2), parte fundamental do Programa SisGAAz.

2. Desafios do Presente

As atividades finalísticas do IPqM são executadas pela Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento que está organizada em cinco Grupos de Pesquisas, a saber: Sistemas de Armas, Sistemas de Guerra Eletrônica, Sistemas Acústicos Submarinos, Sistemas Digitais e Tecnologia de Materiais. As principais áreas de atuação desses Grupos são:

- Grupo de Sistemas de Armas: Sistemas não-tripulados (terrestres, aéreos, superfície e



Figura 2

Projetos do IPqM de grande relevância para os meios operativos da MB: SICONTA, MAGE Defensor, SCUA e SONAT (Acervo do IPqM)

submarino); Plataformas Estabilizadas, Guerra de Minas, Sistemas lançadores e Sistemas de instrumentação e aquisição de dados (acústicos, magnéticos, elétricos e de pressão).

- Grupo de Sistemas de Guerra Eletrônica: Sistemas de Guerra Eletrônica, Processamento de sinais radar, Inteligência Eletrônica (ELINT) e Processamento de imagens.
- Grupo de Sistemas Acústicos Submarinos: Sistemas de sonares ativos e passivos, Sistemas de guerra acústica, Sistema de instrumentação e aquisição de dados acústicos, magnéticos, elétricos e de pressão e Alvos para calibração e treinamento.
- Grupo de Sistemas Digitais: Controle e monitoramento de propulsão, auxiliares e controle de avarias; simulação computacional; automação e controle; sistemas de comunicação; Enlace Automático de Dados; sistemas táticos; fusão de dados; inteligência computacional; inteligência artificial e *E-Navigation (Enhanced navigation)*.
- Grupo de Tecnologia de Materiais: materiais energéticos; materiais poliméricos; materiais orgânicos para monitoramento seletivo de gases e remoção de contaminantes; tecnologias sustentáveis para reaproveitamento de energia térmica para dessalinização de água; materiais absorvedores de energia eletromagnética (MARE); materiais compósitos para RADO-ME; e cerâmicas avançadas.

A infraestrutura de pesquisa do instituto possui cerca de 5.300 m² (de um total de 6.300 m²), que contemplam 24 laboratórios, além de salas de pesquisadores, paióis, oficinas e áreas de apoio, distribuídos ao longo de diversas edificações que necessitam de reparos e melhorias em quase sua totalidade. Há, ainda, a necessidade de expansão dessa infraestrutura, considerando não apenas as demandas recebidas como também as oportunidades de pesquisa e desenvolvimento advindas das tecnologias emergentes.

Consolidar-se como Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação referência nos campos de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico nas suas áreas de atuação definidas na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, fortalecendo o Poder Marítimo e a expressão científica e tecnológica do Poder Nacional

A melhoria da infraestrutura de pesquisa e administrativa do IPqM é, sem dúvida, um dos principais desafios atuais. Mas não o único! A partir da observação das atividades executadas no dia a dia do instituto, com o levantamento das principais questões que afligem os setores da OM na execução de suas atividades, foram vislumbrados outros desafios importantes, tais como o aprimoramento dos processos de gestão de pessoal, gestão do conhecimento estratégico de CT&I e gestão de projetos, além do incremento do nível de motivação da tripulação e valorização do patrimônio cultural.

3. Definindo o “Ponto na Carta”

Considerando os desafios do presente e sua atual visão de futuro, qual seja a de “Consoli-

dar-se como Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação referência nos campos de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico nas suas áreas de atuação definidas na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, fortalecendo o Poder Marítimo e a expressão científica e tecnológica do Poder Nacional”, foram estabelecidos, em seu Planejamento Estratégico Organizacional (PEO) – horizonte 2023-2027, os seguintes Objetivos Estratégicos:

- OE1 – Estabelecer uma sistemática para gerir o conhecimento estratégico;
- OE2 – Melhorar e readequar a infraestrutura das instalações; e
- OE3 – Aprimorar o processo de Gestão de Projetos.

Em decorrência desses Objetivos Estratégicos, várias ações foram tomadas, dentre elas: criação de um Plano de Gestão do Conhecimento Estratégico do IPqM, sob a responsabilidade de um Comitê Executivo especificamente criado para isso (Figura 3); elaboração de Plano de Revitalização das instalações; revisão das Ordens Internas referentes à Gestão de Projetos; e criação de um Comitê de Transformação Organizacional, cujos trabalhos ainda estão em andamento, e cujo propósito é o de analisar com mais profundidade as ações finalísticas da OM, perfazendo um diagnóstico acurado, identificando problemas estruturantes e propondo soluções que podem (ou não) afetar a estrutura organizacional atual do IPqM.

O IPqM vem também realizando uma série de ações voltadas para o incremento da motivação e a valorização da pessoa humana, tais como a celebração dos 30 anos de criação da Carreira de C&T, realizada em agosto de 2023, a realização de concurso para lema e brinde do instituto², pesquisas de clima organizacional, celebrações de aniversariantes e datas especiais. Outras ações específicas voltadas para a mulher também foram realizadas, como a comemoração do Dia Internacional da Mulher em uma manhã

com atividades voltadas às mulheres da tripulação (Figura 4) e a campanha de conscientização e combate ao assédio e importunação sexual no ambiente de trabalho (Figura 5), realizada com apoio do Núcleo de Assistência Social (NAS) do ComDivAnf.



4. Olhar para o Futuro

À medida que o mundo avança para uma era de transformação digital e tecnológica, o IPqM, em cumprimento à sua missão³, posiciona-se de modo a explorar e implementar tecnologias emergentes que prometem revolucionar a defesa e a segurança marítima.

A inteligência artificial (IA) surge como uma dessas tecnologias, oferecendo um vasto potencial para a análise de dados, automação de sistemas de defesa e melhoria da eficiência operacional. Imagine um futuro em que sistemas de IA possam analisar, em tempo real, vastas quantidades de dados provenientes de sensores marítimos, identificando ameaças e recomendando ações com uma precisão e rapidez incomparáveis. O IPqM já emprega IA em seus projetos e almeja incrementar a sua aplicação nos projetos que desenvolve.

Outra área promissora é a manufatura aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D. Esta tecnologia não só permite a prototipagem rápida de componentes e equipamentos, mas também possibilita a produção de peças sob medida para missões específicas, podendo vir a ser diretamente empregada a bordo de navios

Figura 3

Apresentação do Plano de Gestão do Conhecimento Estratégico e da equipe do Comitê Executivo responsável, em FEV2024 (Acervo do IPqM)

Figura 4

Celebração do Dia Internacional da Mulher no IPqM, março de 2024 (Acervo da OM)

Figura 5

Palestra sobre Assédio Sexual e Importunação, apresentadas por Oficiais do Núcleo de Assistência Social (NAS) do ComDivAnf (Acervo do IPqM)

ou em bases avançadas. Isso poderia reduzir significativamente os tempos de reparo e manutenção, mantendo a nossa Esquadra sempre pronta para qualquer desafio.

Os veículos autônomos representam outra fronteira de inovação para o IPqM. Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP) e Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT) têm o potencial de transformar operações de reconhecimento, vigilância e logística. Equipados com sistemas avançados de navegação e comunicação, esses veículos podem operar em ambientes hostis ou inacessíveis, proporcionando uma vantagem estratégica, sem colocar vidas humanas em risco. As possibilidades de aplicação são diversas, sem contar o potencial disruptivo, haja vista as diversas formas de emprego desse tipo de sistema nos conflitos armados atuais (Ucrânia x Rússia; Israel x Hamas).

No campo das tecnologias quânticas, o IPqM volta-se atentamente para as possibilidades de explorar o potencial da computação quântica e dos sensores quânticos. A computação quântica promete resolver problemas complexos de simulação e criptografia que estão além das capacidades dos computadores tradicionais, além de possibilitar análise em tempo real de enormes quantidades de dados por algoritmos de IA. Já os sensores quânticos podem oferecer precisão sem precedentes em sistemas de navegação e detecção submarina. Essas tecnologias emergentes não só melhorariam a eficácia operacional da Marinha, mas também fortaleceriam a segurança nacional.

Para transformar essas visões em realidade, o IPqM deve adotar estratégias focadas em parcerias e colaborações, investimento em infraestrutura e capacitação, e fomento à inovação. Estabelecer parcerias com instituições acadêmicas e de pesquisa, tanto no Brasil quanto no exterior, pode acelerar a troca de conhecimento e a implementação de novas tecnologias. Colaborar

com a indústria privada pode trazer recursos adicionais e expertise especializada, enquanto investimentos em instalações modernas e equipamentos de ponta são essenciais para suportar pesquisas avançadas.

Capacitar continuamente os pesquisadores e técnicos do IPqM, garantindo que estejam atualizados com as últimas tendências e avanços tecnológicos, é igualmente crucial. Planejar a capacitação necessária e estabelecer mecanismos de incentivo à inovação dentro do instituto pode promover uma cultura de criatividade e exploração de novas ideias.

5. Conclusão

O Instituto de Pesquisas da Marinha e sua tripulação (Figura 6) estão preparados para o protagonismo no desenvolvimento de tecnologias que moldarão o futuro da Marinha do Brasil. Com uma visão clara e estratégias bem definidas, o instituto continuará a ser um berço de inovação, contribuindo significativamente para a segurança e a soberania nacional. Ao focar em tecnologias emergentes como IA, manufatura aditiva, veículos autônomos e tecnologias quânticas, o IPqM reafirma seu compromisso com a excelência e a vanguarda da pesquisa e desenvolvimento naval.

Contudo, é necessário reconhecer que o elemento humano, como ator principal desse sistema, deve ser valorizado e suas percepções mais bem compreendidas. Ao integrar os aspectos técnicos e humanos, o IPqM fortalece sua capacidade de adaptação, inovação e efetividade em suas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação. O sucesso das ações planejadas e em andamento depende não apenas da excelência científica e tecnológica, mas também do engajamento e comprometimento de sua equipe, que possui conhecimentos e percepções valiosas para a consecução dos objetivos estabelecidos. Nesse sentido, o IPqM busca estabelecer uma

abordagem integrada e holística, que valorize tanto os aspectos técnicos quanto os elementos humanos, como forma de impulsionar o crescimento institucional e aprimorar sua capacidade de enfrentar os desafios presentes e futuros.

O futuro do IPqM é promissor e suas contribuições serão fundamentais para garantir que a Marinha do Brasil esteja preparada para os desafios do século XXI e além. A dedicação contínua à pesquisa e ao desenvolvimento, junta-

mente com a capacidade de adaptação às novas tecnologias, posiciona o IPqM como um líder na inovação naval. Com um olhar atento para o futuro, o IPqM continuará a desempenhar um papel crucial na proteção e na defesa dos interesses marítimos do Brasil.

A Marinha do Futuro começa aqui!

Viva a Marinha!

Viva o Brasil! 🌞



Figura 6

IPqM: 65 anos de conquistas para a Marinha e para o Brasil (Acervo do IPqM)

Notas de Fim

1- Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha (CEM) desde 1998. Atual Diretora do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), desde janeiro de 2023, sendo a primeira mulher a dirigir o instituto desde a sua fundação, em 1959. Mestre em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), possui também MBA Executivo pela Hult International Business School, graduação em Engenharia Elétrica - Ênfase em Sistemas Eletrônicos pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e certificação PMP (do PMI) em gerenciamento de projetos. É entusiasta sobre inovação e processo criativo, bem como gestão e estratégia, além de ser apaixonada por Engenharia, Ciência e Tecnologia. Possui vasta experiência em gerenciamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), liderança de equipes e assessoria na tomada de decisões no setor de De-

fesa. Suas principais competências são: liderança, gestão de projetos, gestão de tecnologia e inovação, negociação, gestão de conflitos, pensamento sistêmico e resolução de problemas.

2- Atualmente, o lema do IPqM é “A Marinha do Futuro Começa Aqui” e o brinde é “Pelos navios ao mar, nós iremos inovar”.

3- Missão do IPqM: O IPqM tem o propósito de realizar atividades de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços tecnológicos, associados a sistemas, equipamentos, componentes, materiais e técnicas, nas áreas de: Sistemas de Armas, Sensores, Guerra Eletrônica, Guerra Acústica, Sistemas Digitais e Tecnologia de Materiais, a fim de contribuir para a independência tecnológica do Brasil, impulsionar a tríplice hélice e fortalecer o Poder Naval.





IPqM



Edição comemorativa dos 65 anos do
Instituto de Pesquisas da Marinha



Conheça o Catálogo da
Editora Letras Marítimas

Este livro foi composto em Minion Pro, Roboto e Roboto Slab,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil, primavera de 2024

Conheça
o catálogo da Editora
Letras Marítimas.



“Sejam bem-vindos à Revista Comemorativa dos 65 anos da criação do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), primeira organização militar da Marinha do Brasil tendo sua missão exclusivamente dedicada à Pesquisa e ao Desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Neste momento tão especial de nossa história, se faz mister lembrar as motivações de nossos fundadores na década de 50 do século passado, que levaram à nossa concepção e criação, sendo também uma oportunidade para se pensar o futuro da Ciência e Tecnologia não só na Marinha, como no Brasil. A Revista foi concebida de forma a apresentar artigos que registram e ilustram essa história para as novas gerações, com abordagens que ampliam o horizonte para além dos aspectos técnicos de todo este período de seis décadas. Buscamos oferecer um conteúdo balanceado entre artigos históricos e técnicos e as entrevistas, que também privilegiem novas ideias e fomentem a reflexão, desde o nível tático até o estratégico, do nosso Instituto e da área de CT&I da Marinha e do Brasil.”

CMG (EN) Carla de Sousa Martins
Diretora do IPqM

