

# PANORAMA DO CONHECIMENTO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ENTRE OFICIAIS DE ESTADO- MAIOR DA MARINHA

Luiz Octávio Gavião<sup>1</sup>

Adriano Lauro<sup>2</sup>

Vinicius Wittig Vianna<sup>3</sup>

Valdenize Pereira Oliveira<sup>4</sup>

Luíza Sonegheti Coli<sup>5</sup>

## RESUMO

---

O artigo tem por finalidade realizar uma avaliação exploratória com egressos e atuais discentes dos cursos de altos estudos militares da Marinha, acerca de seus conhecimentos sobre ciência, tecnologia e inovação. Esse conhecimento é essencial ao Oficial de Marinha e deve receber especial atenção nas escolas do Ministério da Defesa. O mundo vive a era do conhecimento, evoluindo nessas áreas em ritmo sem precedentes na história, sendo essencial avaliar se o preparo acadêmico está acompanhando essa evolução. No novo milênio a inovação disruptiva ocorre constantemente, impondo a obsolescência também na área de defesa, que deve primar pelo estado da arte para manter sua capacidade operativa e credibilidade para a

---

1 Professor Adjunto II do Magistério Superior na Escola Superior de Guerra (Programa de Pós-Graduação em Segurança Internacional e Defesa - PPGSID). Doutor em Engenharia de Produção pela UFF. Email: luiz.gaviao67@gmail.com/ ORCID: 0000-0003-3580-7085.

2 Professor da Escola de Guerra Naval (Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos - PPGEM). Doutor em Administração pelo COPPEAD/UFRJ. Email: adlauro@gmail.com/ ORCID: 0000-0001-6952-0002.

3 Mestre em Energia pela UFES. Atualmente vinculado ao doutorado do Programa de Pós Graduação em Estudos Marítimos- PPGEM. Email: viniciuswv@gmail.com/ ORCID: 0000-0001-9267-2290

4 Professora da Fundação de Estudos do Mar- Femar. Doutoranda em Estudos Marítimos pelo PPGEM-EGN. Email: valdenizepoliveira@gmail.com/ORCID: 0000-0002-2029-7986.

5 Cursando Shipbroking and Chartering na LLOYD'S Maritime Intititute de Lomndres. Bacharel em Relações Internacionais, especialista em Gestão Operação Portuária. Email: luizasonegheti@gmail.com/ luiza.coli@sulnorte.com.br/ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3123-0357>.

dissuasão. A pesquisa recorreu a Oficiais com e sem experiência em programas e projetos estratégicos da própria Força, com qualificação suficiente para estabelecerem suas preferências às questões propostas. A metodologia quantitativa explorou o Processo de Análise Hierárquica (AHP), método consagrado na literatura científica, juntamente com testes e gráficos estatísticos para verificar a significância dos resultados, referentes às preferências dos Oficiais em relação aos objetivos da Política Nacional da Base Industrial de Defesa (PNBID) e ao Portfólio de Programas Estratégicos da Marinha. Os resultados indicaram que os especialistas estimam o Programa Nuclear e o SisGAAz com maior potencial de contribuição à PNBID, enquanto o Programa Mentalidade Marítima obteve os menores escores. Os Especialistas também consideraram que o principal objetivo da PNBID é a formação continuada de recursos humanos, pois são essenciais para liderar processos, treinar novos quadros e identificar os sistemas e equipamentos essenciais para inovar e impulsionar novas tecnologias.

Palavras-chave: Portfólio de Programas Estratégicos; Marinha do Brasil; AHP; PNBID; Indústria de Defesa.

## INTRODUÇÃO

Esse artigo tem por finalidade realizar uma avaliação exploratória com egressos e atuais discentes dos cursos de altos estudos militares da Marinha, acerca de seus conhecimentos sobre ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Esse tema foi motivado por dois aspectos de considerável relevância. Primeiramente, o mundo vive a era do conhecimento, em que a área de CT&I evolui em ritmo sem precedentes na história, sendo essencial avaliar se a oficialidade mais bem preparada intelectualmente está acompanhando essa evolução (FRIEDL, TALBOT, et al., 2019, RICHARDSON, JENKINS, et al., 2017). Há algumas décadas o desenvolvimento científico era lento e incremental, porém no novo milênio a inovação disruptiva ocorre constantemente, impondo a obsolescência a bens e serviços com poucos recém-lançados no mercado (LELE, LELE, et al., 2019). Isto é sensível para a área de defesa, em busca permanente pelo estado da arte para manter sua capacidade operativa e credibilidade para a dissuasão (O'HANLON, 2018). Nesse contexto, o conhecimento sobre CT&I é essencial ao Oficial de Marinha e deve receber especial atenção nas escolas de altos estudos do

Ministério da Defesa (WIESER, 2020)(TONG, WU, 2022).

Secundariamente, foi publicada recentemente a Política Nacional da Base Industrial de Defesa (PNBID)<sup>6</sup>, que tem como finalidade garantir a competitividade e autonomia da Base Industrial de Defesa (BID), em tecnologias estratégicas e indispensáveis à defesa nacional (BRASIL, 2022b). No caso específico das Forças Singulares, a PNBID pode ser alavancada por seus Programas Estratégicos, que serão gerenciados ou apoiados por essa oficialidade detentora da mais elevada formação acadêmica do Ministério da Defesa. Os Programas Estratégicos contribuem diretamente ao atendimento dos seis objetivos da PNBID, aqui sintetizados: I - estimular a produção de conhecimento e a geração de propriedade intelectual por instituições com atuação em pesquisa, desenvolvimento e inovação em matéria de bens e serviços de defesa; II - incentivar a integração das ações referentes à ciência, à tecnologia e à inovação como fator indutor do desenvolvimento produtivo da BID; III - incentivar a formação continuada de recursos humanos para a BID; IV - reduzir a dependência externa de bens e serviços de defesa; V - aprimorar a qualidade tecnológica dos bens e dos serviços de defesa produzidos e desenvolvidos no país; e VI - aumentar a competitividade da BID para expandir as exportações de bens e serviços de defesa produzidos e desenvolvidos no país (BRASIL, 2022b).

Adicionalmente, por se tratar de uma política pública, as Forças Singulares precisarão, em breve, assessorar o Ministério da Defesa quanto ao atendimento dos objetivos da PNBID, para prestar contas à sociedade e melhorar sua gestão (FILGUEIRAS, QUEIROZ, 2021). A própria participação nesta pesquisa já atua como incentivo aos oficiais para o engajamento em assuntos de CT&I de interesse da Marinha, antecipando futuros processos de tomada de decisão em relação aos Programas Estratégicos (SIMÕES, 2006, 2018).

Apesar de iniciativas importantes do governo, através da Estratégia Nacional de Defesa (END) em 2008, do Livro Branco de Defesa Nacional em 2012, com o Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED) e da Lei nº 12.598, em 2012, que cria o Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID), é importante notar que ainda não havia uma Política Nacional específica para a BID, que centralizasse as orientações estratégicas voltadas à promoção da indústria de defesa, abrangendo os pontos tratados nas legislações anteriores. De fato, a PNBID envolveu

---

6 A Política Nacional da Base Industrial de Defesa (PNBID) foi publicada no Decreto N° 11.169, de 10 de agosto de 2022.

outros setores da Administração Pública na discussão, normatização e engajamento na temática de defesa de maneira direta, a exemplo dos Ministérios da Economia e Ciência e Tecnologia, e indiretamente, do Ministério da Educação (BRASIL, 2005, 2008, 2012a, b).

A opção por realizar um estudo de caso se deveu pela oportunidade gerada com a nova política pública do setor de defesa, que ainda carece de uma estratégia decorrente, com ações, metas, indicadores, prazos, entre outras atividades de monitoramento e controle. Em paralelo, o estudo de caso simplifica o escopo da pesquisa, orientando métodos e análises.

Para atender à finalidade do estudo, três questões de pesquisa foram elaboradas, para guiar a metodologia científica e orientar a análise dos resultados:

- Questão 1: os resultados do estudo de caso, estimados pelos autores antes da pesquisa, foram confirmados? Essa questão permite verificar se o conhecimento geral dos entrevistados e o modelo de cálculo refletiram as expectativas iniciais. Alguns Programas apresentam características afins a CT&I, enquanto outros são menos aderentes. Dessa forma, a pontuação dos primeiros precisam ser altas, enquanto os programas menos aderentes à PNBID devem receber pontuações menores.

- Questão 2: Houve diferença estatisticamente significativa entre as respostas dos Oficiais com experiência na área de CT&I e os Oficiais com formação mais “generalista”? Essa questão permite identificar se existe similaridade ou discrepância entre o conhecimento de CT&I dos dois grupos da amostra de entrevistados, indicando pontos para melhoramento dos currículos dos cursos, nos casos de falta dessa aderência.

- Questão 3: Quais as contribuições dos Programas Estratégicos aos objetivos da PNBID? Essa questão antecipa o assessoramento da Marinha, no que se refere ao contexto de prestação de contas a uma política pública. Cada Programa pode contribuir diferentemente aos objetivos da PNBID e essa identificação orienta o esforço da Marinha em relação a sua contribuição à PNBID.

A metodologia, detalhada na Seção 3, foi estruturada com base no Processo de Análise Hierárquica (AHP), com entrevistas realizadas sob a forma de questionários padronizados, com uma amostra de 42 Oficiais egressos ou ainda discentes dos cursos de altos estudos da Marinha, sendo 23 com experiência em assuntos de CT&I e 19 com formação “generalista”, sem oportunidades de serviço em áreas mais afetas aos Programas Estratégicos. Esse grupo foi doravante designado por “Não Especialistas”.

A escolha pelo AHP se deveu às evidências na literatura científica sobre o uso desse método aos problemas de apoio à decisão na área de defesa. Por exemplo, em âmbito nacional, é possível destacar as aplicações do AHP em (BORGES, GAVIÃO, 2023), que analisaram as relações governamentais na última versão do Plano Estratégico da Marinha (PEM-2040); (SALGADO, GAVIÃO, et al., 2023) avaliaram uma amostra de navios para pesquisa polar, em apoio ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR); (MAÊDA, COSTA, et al., 2021) exploraram o AHP com o TOPSIS para avaliar aeronaves para a Marinha; (GOMES, RODRIGUES, COSTA, DOS SANTOS, 2023) utilizaram o AHP como base para subsidiar a decisão de seleção de um navio de guerra de médio porte a ser construído no Brasil; (MADEU, PELLANDA, et al., 2021) priorizaram tecnologias com base em quantidades de patentes. No âmbito internacional, o AHP foi explorado por (WIEJAK, GRZELAK, et al., 2023) para avaliar a mobilidade de viaturas logísticas polonesas; (RADOVANOVIĆ, PETROVSKI, et al., 2021) associaram o AHP ao VIKOR para selecionar aeronaves não tripuladas na Sérvia; (KIM, LIM, 2021) analisaram a capacidade de combate de fragatas sul-coreanas; (SIMPLÍCIO, GOMES, et al., 2017) aplicaram o AHP para priorizar projetos navais da Marinha Portuguesa; (HAN, SUNG, et al., 2016) avaliaram modos de transporte entre Taiwan e outras ilhas regionais; e (MICHAELI, HOU, et al., 2014) usaram o AHP para analisar sistemas de armas e seus enlaces.

Após a seção introdutória, a Seção 2 apresenta os Programas Estratégicos da Marinha e a Seção 3 mostra a inserção de disciplinas e assuntos sobre CT&I nos cursos de altos estudos da Marinha. A Seção 4 detalha a metodologia quantitativa explorada, com base no AHP e em testes de hipótese. A Seção 5 analisa os resultados e, por fim, a Seção 6 conclui a pesquisa.

## **1. PORTFÓLIO ESTRATÉGICO DA MARINHA**

O Portfólio Estratégico da Marinha é composto por cinco Programas, conforme descreve a Circular no 1/2023 do Estado Maior da Armada (BRASIL, 2023a).

### **1.1 Programa Estratégico Modernização do Poder Naval**

O Programa de Modernização do Poder Naval inclui

subprogramas e projetos relacionados à obtenção de meios: o Programa de Submarinos (PROSUB), com o propósito de capacitar a Marinha em desenvolver projetos, construir submarinos convencionais e com propulsão nuclear, mediante transferência de tecnologia e, paralelamente, capacitar o setor industrial brasileiro; o Projeto Fragatas Classe Tamandaré (PFCT), conduzido sob o escopo do Programa de Obtenção de Meios de Superfície (PROSUPER), com o objetivo de promover a renovação da Esquadra com quatro navios modernos, de alta complexidade tecnológica, construídos no país, com previsão de entrega para o período entre 2025-2029; o Programa de Obtenção de Meios Hidroceanográficos (PROHIDRO), desde 2016, que contempla a obtenção de navio com a capacidade de operar em águas polares, para substituir o Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel, construído em 1981, para apoiar logisticamente o PROANTAR, contribuindo para a segurança da navegação na região Antártica, por meio da realização de levantamentos hidrográficos; e os subprogramas relacionados à manutenção e consolidação do poder de combate do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), como o PROADSUMUS, visando a aumentar a capacidade operacional da Marinha para o atendimento de sua missão constitucional, garantindo-lhe o caráter anfíbio e expedicionário. Sob o ponto de vista econômico, uma das características deste Programa é o seu potencial para alavancar o desenvolvimento da indústria nacional e segmentos correlatos, favorecendo o estabelecimento de “clusters marítimos”, com geração de empregos qualificados, diretos e indiretos (BRASIL, 2023b, a).

Esse Programa Estratégico também inclui duas outras relevantes iniciativas: o Programa de Obtenção de Navios-Patrolha (PRONAPA), que contempla um conjunto de projetos de obtenção de Navios-Patrolha, abrangendo, também, meios distritais de requisitos técnicos operacionais, similares ou inferiores àqueles relativos aos Navios-Patrolha Oceânicos, os quais serão empregados em ações ou operações navais de apoio às atividades afetas à inspeção naval, à fiscalização nas AJB, conforme a legislação brasileira, bem como nas ações e operações navais específicas dos Comandos Distritais; o Programa de Obtenção de Meios Aeronavais (PROAERO), que contempla um conjunto de projetos que têm como propósito a aquisição de aeronaves de asa fixa, rotativa e/ou remotamente pilotadas para missão de combate e apoio, simuladores de voo tático para helicópteros, helicópteros de emprego geral de médio e pequeno porte e helicópteros de instrução; e o Programa Esporão, que

contempla um conjunto de projetos de desenvolvimento e aquisição, em nível nacional, de armamento do tipo míssil, de modo a eliminar a dependência estrangeira. A consequente conquista de novas tecnologias possibilitará a modernização do nosso parque industrial e aprimorará a qualidade intelectual de nossos profissionais da área de defesa (BRASIL, 2023a).

## **1.2 Programa Estratégico Obtenção da Capacidade Operacional Plena**

A Obtenção da Capacidade Operacional Plena (OCOP) tem como propósito a manutenção ou modernização de instalações e meios existentes, incluindo a manutenção de dotações de sobressalentes, armas e munições. Além disso, o Programa está alinhado com o Objetivo Nacional de Defesa constante da Política Nacional de Defesa para a promoção da autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa, que prevê a incorporação de tecnologias com conteúdo nacional de uso dual, com perspectivas relevantes de geração e sustentação de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2023b, a).

A OCOP envolve um conjunto de subprogramas relevantes, entre os quais o Programa de Planejamento e Gerenciamento dos Períodos de Manutenção (PM) e de Modernização de Meios (PROGEM), que tem como propósito a execução da manutenção e modernização de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, mediante a obtenção de bens e a contratação de serviços necessários para esse fim. Nele se incluem o Projeto Modernização das Aeronaves AF-1, para sete aeronaves, com a inclusão de inspeções gerais e revisão geral de motores, mudança do sistema elétrico da aeronave e piloto automático, incorporação de sensores e rádios, integração dos equipamentos do motor e sistema de defesa das aeronaves, além de pacotes de apoio técnico e publicações e pacote de suporte logístico; o Projeto Modernização das Aeronaves AH-11A (Super Lynx), para seis aeronaves, com a substituição dos motores, instalação de novos aviônicos, instalação de displays compatíveis com óculos de visão noturna e computador de missão, além de um pacote inicial de sobressalentes e treinamento de pessoal (BRASIL, 2023a).

O Programa OCOP também inclui o Programa de Manutenção da Capacidade de Combate (PROCOMBATE), que tem como propósito o aprestamento dos sistemas de armas dos navios da

Marinha e a revitalização da estrutura do Sistema de Comunicações, por meio da manutenção dos níveis de munição convencional e inteligente, da modernização dos sistemas de combates dos navios e submarinos e pela aquisição, quando necessária de armas, acessórios, equipamentos bélicos e sensores. O PROCOMBATE envolve o Projeto Aquisição de Munição Inteligente, o Projeto Modernização SICONTA MK II – FCN – Fênix e o Projeto Reestruturação do Sistema de Comunicações da Marinha (SISCOM) (BRASIL, 2023a).

### **1.3 Programa Nuclear da Marinha**

O Programa Nuclear da Marinha (PNM) é de grande relevância estratégica para o Poder Naval, por considerar que seus dois projetos principais – Ciclo do Combustível Nuclear e a Planta Nuclear Embarcada – são fundamentais para o projeto e construção do submarino convencionalmente armado com propulsão nuclear, meio que conferirá nova dimensão à Defesa Nacional. Adicionalmente, representa um efeito multiplicador do esforço tecnológico da Marinha, concretizado pela grande variedade de materiais, componentes e equipamentos que passarão a ser projetados e fabricados no país. O conhecimento alcançado com o domínio do ciclo do combustível também tem caráter dual em prol dos setores energético, saúde e agroindustrial, entre outros (BRASIL, 2023b, a).

OPNM envolve os seguintes projetos: o Projeto Construção do Laboratório de Geração Nucleoelétrica (LABGENE), para a construção e operação do Laboratório de Geração Nucleoelétrica (LABGENE), que é protótipo que servirá de modelo para a posterior construção de um reator nuclear destinado a gerar energia para a propulsão naval, bem como desenvolver as respectivas atividades de apoio; o Projeto Manutenção e Operação das Unidades de Tecnologia Nuclear da Marinha Descrição, para a obtenção de bens e contratação de serviços necessários à manutenção do conhecimento adquirido, à operação, funcionamento e apoio logístico às unidades da Marinha, de modo a viabilizar pesquisas afetas à tecnologia nuclear (BRASIL, 2023a).

### **1.4 Programa Estratégico SisGAAz**

A missão do SisGAAz é monitorar e proteger, continuamente, as áreas marítimas de interesse e as águas interiores, seus recursos vivos e

não vivos, seus portos, embarcações e infraestruturas, em face de ameaças, emergências, desastres ambientais, hostilidades ou ilegalidades, a fim de contribuir para a segurança e a defesa da Amazônia Azul e para o desenvolvimento nacional” (LAMPERT, COSTA, 2020).

A “Amazônia Azul” possui cerca de 5,7 milhões de quilômetros quadrados, contemplando espaços marítimos, rios e lagos sob jurisdição brasileira. Uma imensidão de riquezas com vertentes econômica, científica, ambiental, cuja proteção e garantia da soberania requerem constante aprimoramento e integração de esforços de setores, instituições e segmentos da sociedade. Pesca, turismo, transporte marítimo, exploração de petróleo, bioenergia e preservação de sítios ambientais são algumas das atividades que pulsam no seio desse patrimônio nacional, com caminhos infinitos para a prosperidade (LAMPERT, COSTA, 2020).

O conceito operacional do sistema original do SisGAAz foi readequado para espelhar a visão e o escopo do projeto piloto, fortemente centrado nas atividades de patrulha naval, inspeção naval, e socorro e salvamento. Para esse fim, o SisGAAz precisa se conectar às redes da Polícia Federal, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, da Receita Federal, da Petrobras, do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), entre outros órgãos e empresas capazes de fomentar e compartilhar mais rapidamente as informações pertinentes e necessárias para a proteção da “Amazônia Azul”. O sistema brasileiro facilitará o planejamento das operações e reduzirá custos, principalmente em torno de patrulhamento e deslocamento de pessoal, permitindo monitorar e tomar decisões mais oportunas para combater crimes ambientais, pesca ilegal, acessos não autorizados às áreas sob jurisdição nacional, entre outras ações (LAMPERT, COSTA, 2020).

O SisGAAz envolve os diversos projetos: o Sistema de Consciência Situacional Unificada (SCUA-2), ao aprimoramento do Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de informações Marítimas (SCUA), que envolve a atualização do software, incorporação dos sensores dos navios da Marinha com o Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE) e o Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo), serviço para troca de dados com o Sistema de Planejamento de busca e salvamento “Search and Rescue” (SPAD-SAR) e a definição da interface para obtenção de dados do sistema de gerenciamento de combate da Fragata Classe Tamandaré, para o Sistema

Naval de Comando e Controle (SisNC2); o Projeto Sistema de Informações Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM), ao desenvolvimento de nova versão desse sistema, em atendimento às demandas internacionais da Organização Marítima Internacional (IMO) em relação ao “Longe-Range Identification and Tracking of Ships” (LRIT) e o Módulo Inicial de Análise de Inteligência Marítima; o Projeto Encomenda Tecnológica (ETEC), para a encomenda tecnológica para pesquisa e desenvolvimento de um sistema de monitoramento marítimo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) até o limite de 200 milhas náuticas das linhas de base, incluindo algoritmos de fusão de contatos de múltiplas fontes, soluções de inteligência artificial para análise do tráfego e a implantação da infraestrutura de sensoriamento (BRASIL, 2023a).

### 2.5 Programa Estratégico Mentalidade Marítima

O programa atua na conscientização da sociedade em três níveis de inserção. Prevê ações de comunicação estratégica que avivem a consciência coletiva nacional para o fato de que o Brasil começou pelo mar e com ele deve buscar sua realização plena. Em seguida, uma forte atuação no nível dos atores governamentais com o intuito de promover um pensamento estratégico marítimo autóctone, fomentador de políticas públicas assertivas relacionadas ao mar. Em terceiro nível, enfoca o principal elemento e núcleo maduro do Poder Marítimo, os homens e mulheres do mar, que têm suas vidas a ele diretamente relacionadas. Estimula o sentimento de pertencimento desses atores à comunidade marítima brasileira e sua interação sinérgica em prol dos interesses nacionais (BRASIL, 2023b, a).

Ele é composto pelo Planejamento e Gerenciamento dos Períodos de Manutenção (PM) de Meios Navais de Pesquisa, que reúne um conjunto de projetos que tem como propósito a obtenção de bens e contratação de serviços necessários à execução dos Períodos de Manutenção (PM), Revitalização e Modernização dos meios navais que realizam atividades de hidrografia, oceanografia, cartografia, sinalização náutica, meteorologia e de apoio logístico a essas atividades; e pelo Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), reunindo projetos com o propósito de Revitalização/Modernização das Instalações, Equipamentos e Sistemas atinentes às atividades logísticas e de gerenciamento em apoio às Pesquisas científicas relacionadas ao ambiente Antártico (BRASIL, 2023a).

A próxima seção aborda o currículo e algumas atividades do Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM) no qual foram captados os respondentes para a pesquisa. Essa descrição apresenta tanto a qualificação quanto o preparo a que são submetidos para a compreensão da PNBID e dos Programas Estratégicos da MB.

## 2. CURRÍCULO DOS CURSOS DE ALTOS ESTUDOS EM CT&I

A Escola de Guerra Naval (EGN) é o órgão da Marinha do Brasil que concentra a preparação dos Oficiais para a formulação de políticas, estratégias e doutrinas de alto nível. Por sua vez, o Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM) que tem duração 45 semanas e acolhe Capitães de Mar e Guerra, Coronéis do Exército Brasileiro e da Força Aérea Brasileira, servidores civis de órgãos públicos e da Marinha do Brasil, capacita seus alunos a analisarem entre outros aspectos, os arranjos de Forças atuais e futuras da Marinha para o atendimento da PND e END (BRASIL, 2012c, 2022a, 2023a).

O Curso é estruturado em três grandes blocos. No primeiro são abordados conhecimentos sobre gestão e logística; em um segundo bloco o foco é nas políticas de interesse da MB, com exame de temas atuais e de interesse da Alta Administração Naval, cujos trabalhos são apresentados ao Comandante da Marinha e ao Almirantado ao final do ano acadêmico; por fim, um terceiro bloco no qual são debatidas as conjunturas nacionais e internacionais, elaborados cenários prospectivos que servem como subsídios para a formulação de uma concepção estratégica e o planejamento decorrente (BRASIL, 2022a).

Assim, nos três blocos são abordados temas de CT&I, com destaque para viagens de estudo para São Paulo e Brasília, com duração de cerca de uma semana cada, na qual as potencialidades da BID e elaboração de políticas são examinadas de perto. Essas visitas incluem a sede da FIESP, ao Centro Tecnológico da Marinha em (CTEMSP-ARAMAR, às empresas Atech, SIATT e EMBRAER, todas em São Paulo. Em Brasília, assistiram apresentações realizadas no Estado-Maior da Armada sobre os Programas Estratégicos da Marinha. Além dessas viagens, também visitaram o Estaleiro da Base Naval de Itaguaí- RJ.

Também, são ministradas disciplinas teóricas de orçamento e controle (12 horas), logística de defesa (56 horas), Economia Marítima de

Defesa (20 horas), Economia do Mar e Governança dos Oceanos (8 horas), Política Marítima (56 horas), Estratégia Marítima (204 horas), totalizando 356 horas voltadas diretamente para assuntos afetos à BID (BRASIL, 2022a).

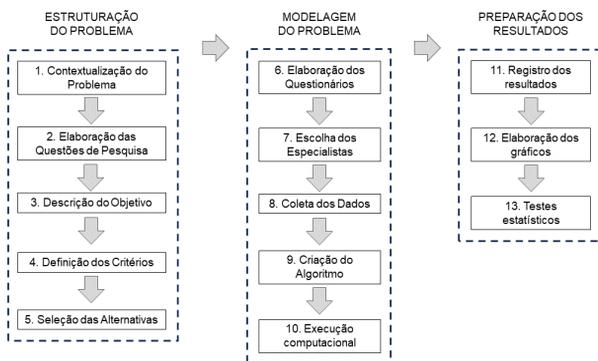
Em 2023, os alunos também participaram de 2 colóquios diretamente relacionados aos Projetos Estratégicos da Marinha, organizados pelo Centro de Estudo e Pesquisas da Marinha (CEPE-MB), com participação de autoridades civis e militares.

Ao final do Curso, espera-se que os alunos estejam capacitados a assessorar em alto nível à Administração Naval, ao ser oferecido amplo repertório sobre os projetos estratégicos da Marinha e à BID.

A Seção 4 descreve a metodologia empregada e as técnicas quantitativas utilizadas para a interpretação e análise das respostas obtidas.

### 3. METODOLOGIA

A abordagem do problema envolveu as etapas constantes da Figura 1.

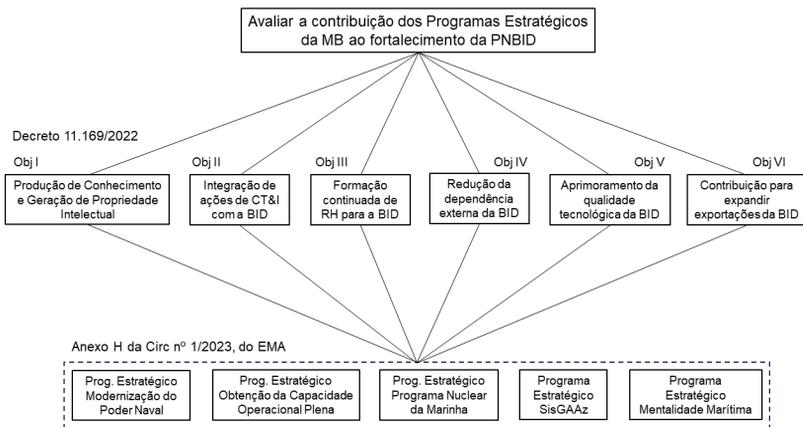


Fonte: Autores, 2023.

Na estruturação do problema, foram realizadas cinco etapas: a contextualização do problema, a elaboração das questões de pesquisa, a descrição do objetivo, a definição dos critérios e a seleção das alternativas.

Na seção introdutória o problema foi contextualizado, as três questões de pesquisa apresentadas e descrito com clareza o objetivo da pesquisa, que é avaliar os conhecimentos sobre ciência, tecnologia e inovação (CT&I) dos egressos e discentes dos cursos de altos estudos da Marinha, através de uma abordagem exploratória e delimitada à contribuição dos Programas Estratégicos ao fortalecimento da PNBID. Os critérios escolhidos para essa avaliação foram os próprios objetivos da PNBID e as alternativas os respectivos Programas Estratégicos. Dessa forma, a seguinte árvore hierárquica definiu a estrutura do problema, conforme a Figura 2.

Figura 2 – árvore hierárquica



Fonte: Autores, 2023.

Na modelagem do problema foram realizadas cinco etapas: a elaboração dos questionários, a escolha dos especialistas, a coleta dos dados, a criação do algoritmo e a execução computacional. Os questionários seguem a estrutura usual dos modelos do AHP, incluindo uma seção inicial com informações sobre a qualificação dos especialistas. As demais perguntas se referem a avaliações par a par dos critérios e dos programas estratégicos, que o especialista julgou em cada nível hierárquico. Por necessidade de concisão do texto, o questionário não foi incluído no artigo, porém se encontra disponível por solicitação aos autores.

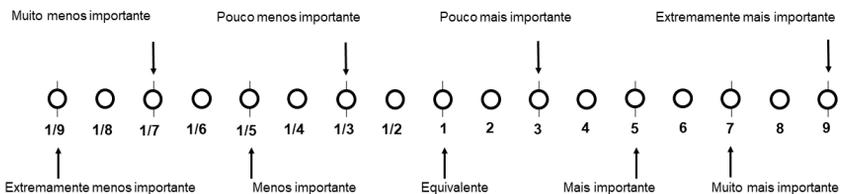
Em seguida foi selecionada uma amostra de 44 respondentes. Dessa amostra, dois não retornaram a pesquisa, sendo então distribuídos 23 no grupo de Especialistas e 19 no grupo de Não Especialistas em CT&I.

A experiência em CT&I do Grupo 1 advém de diferentes maneiras, por exemplo através da atuação ou gerência em atividades relacionadas aos respectivos programas estratégicos e o segundo grupo sem essa experiência na carreira e através dos cursos de mestrado e doutorado em programas de CT&I de instituições de ensino superior. Esses dados foram coletados por formulários e registrados pelos autores em planilha do Excel, com dupla checagem para evitar erros de transcrição.

Após a coleta dos dados, o algoritmo de cálculo do AHP foi preparado para modelar as avaliações dos Especialistas. Esse processo é composto por uma sequência de procedimentos para obter os pesos finais dos programas estratégicos, cujo maior valor indica o programa julgado preferencial para a amostra de especialistas. As avaliações são realizadas com base em uma escala psicométrica, proposta por (SAATY, 1980, 1990), em que o respondente compara par a par as variáveis e associa seu julgamento a um valor dessa escala. No questionário foram apresentadas três ilustrações de avaliação nessa escala. Por exemplo, se um respondente avalia que o Critério 1 é “mais importante” que o Critério 2, sua pontuação no formulário deveria indicar o valor “5” para essa relação e o valor “1/5” para a relação inversa, ou seja, a avaliação do Critério 2 em relação ao Critério 1.

O AHP requer o uso da escala de 9 pontos, descrita na Figura A1, para coletar os dados das avaliações paritárias.

Figura A1 - Escala de 9 pontos de Saaty



Fonte: (SAATY, 1980, 1990).

Após completar a matriz de avaliações paritárias, equivalente à Equação (1), a sequência de Equações (2) a (6) são aplicadas no cálculo do AHP, para obter os pesos dos critérios e dos programas estratégicos, além da Razão de Consistência (RC) das avaliações. A literatura registra algumas técnicas de cálculo dos pesos do AHP, sendo a proposta original decorrente da álgebra linear, designada de modelo dos autovalores. As equações aqui listadas são oriundas de (LIU, LIN, 2016). O valor de corte considerado para a RC é normalmente de 10%, abaixo da qual os julgamentos do especialista são considerados logicamente consistentes.

Existem algoritmos em diversos tipos de softwares que agilizam esses cálculos, desde o MS Excel ao Python, Julia e R.

$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$	
$w_i = \frac{\left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}} \quad (2)$	
$A^r = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$	
$\lambda_{\max} = (1/n) \times (w_1' / w_1 + w_2' / w_2 + \dots + w_n' / w_n) \quad (4)$	
$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$	
$RC = \frac{IC}{IR} \quad (6)$	

Em que:

A: matriz de avaliações paritárias de um Especialista

$a_{ij}$ : valor da avaliação paritária correspondente à escala de Saaty

$w_i$ : autovetor das alternativas (pesos dos critérios e alternativas)

$\lambda_{\max}$ : autovalor máximo da matriz recíproca

IC: Índice de Consistência

RC: Razão de Consistência

IR: Índice Aleatório (“randômico”), calculado com base na tabela de referência com a razão da matriz (Tabela A1).

Tabela A1 - valores de Índices Aleatórios do AHP

Razão da matriz (quantidade de variáveis)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatório (IR)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

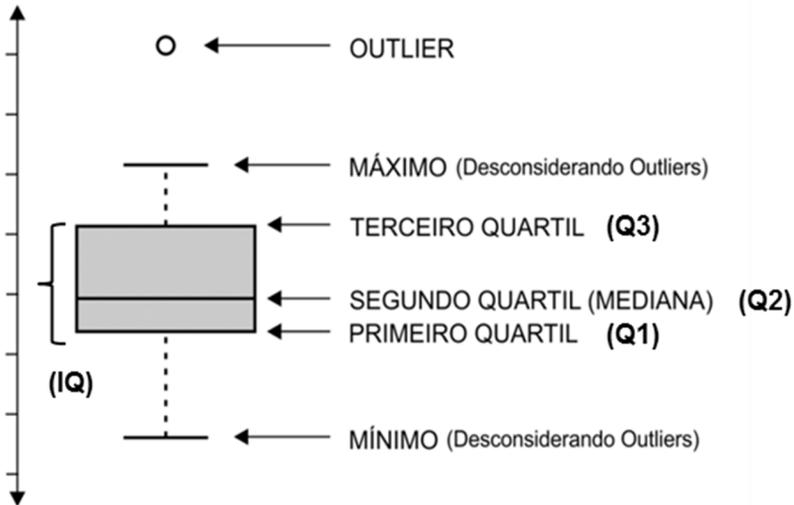
Fonte: Saaty (1980).

De maneira geral, o AHP requer considerável esforço dos especialistas, pois precisam realizar diversas avaliações, de maneira proporcional à dimensão da árvore hierárquica. A literatura científica registra diversas pesquisas que buscam reduzir esse esforço. Nesta pesquisa foi explorada a abordagem de (GAVIÃO, LIMA, et al., 2021), que usa o princípio lógico da transitividade aditiva para limitar a coleta de dados dos especialistas. Esse princípio também foi referenciado em (ALONSO, CHICLANA, et al., 2008), (ALONSO, CABRERIZO, et al., 2009) e (LI, DONG, et al., 2019). A execução computacional foi realizada no software R.

Por fim, os resultados foram preparados, sendo registrados em planilha e exportados para a produção de gráficos tipo boxplot, que descrevem graficamente o conjunto de respostas e testes estatísticos para verificar a significância das diferenças dos resultados. Os gráficos tipo boxplot são normalmente usados quando existe considerável dispersão dos valores das amostras, tendo por parâmetros os resultados da estatística descritiva dos dados, conforme a Figura 3. A estrutura básica do gráfico é constituída por uma caixa (box), que assume forma retangular, por uma mediana (interior da caixa e simbolizada por Q2), por hastes (whisker), assemelhando-se à letra “T”, representativa dos valores compreendidos entre a caixa e os valores limites, inferior e superior, do conjunto de dados.

Os valores considerados “outliers” são identificados quando superam 1,5 vez a distância interquartílica (IQ), estando abaixo do Q1 ou acima do Q3.

Figura 3 – desenho genérico de um boxplot



Fonte: adaptado de (NETO, SANTOS, et al., 2017).

A informação visual identificada nos gráficos boxplot podem ser confirmadas através de testes estatísticos. O teste de Wilcoxon para duas amostras não pareadas (também conhecido como teste da soma de postos de Wilcoxon ou teste de Mann-Whitney) é uma alternativa não paramétrica ao teste t para duas amostras, que pode ser usado para comparar dois grupos independentes de dados, que não são distribuídos normalmente (SIEGEL, TUKEY, 1960).

Nos testes de hipótese, em geral consideramos um nível de confiança de 95% para rejeitar ou não a hipótese nula. Nessa pesquisa, a hipótese nula assume que a diferença entre as medianas não é significativa, sendo o contrário para a hipótese alternativa. Após o cálculo do teste, quando o parâmetro denominado “p-valor” é inferior a “0,05” (referente ao nível de 95%), a hipótese nula é rejeitada, sendo então aceitável considerar que se trata de medianas diferentes.

Na seção seguinte é realizada a análise dos resultados obtidos nos questionários à luz do método e das técnicas descritas na metodologia. Ela é composta por 3 subseções nas quais são estudados os pesos dos critérios utilizados (objetivos da PNBID), o resultado agregado dos programas, e a

contribuições dos critérios nos resultados dos programas.

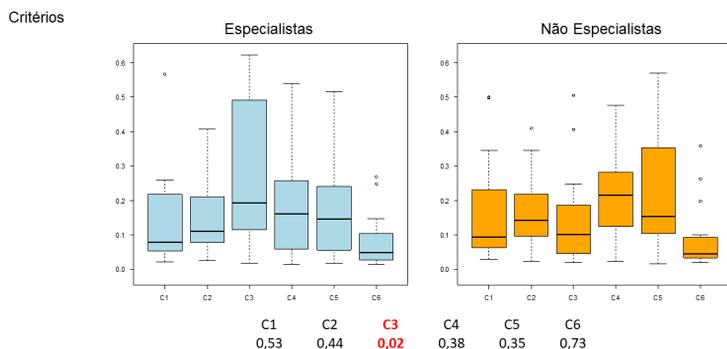
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados dos questionários foram segmentados, para verificar e comparar o desempenho dos programas, tanto de maneira geral, quanto dos seus desempenhos em cada critério.

### 4.1. Pesos finais dos Critérios – objetivos da PNBID

A Figura 4 descreve os resultados obtidos das avaliações dos critérios na qual os valores mais altos indicam que os especialistas atribuem mais importância àquele critério em relação aos demais. A diferença visual dos resultados entre os Especialistas e os Não Especialistas foi submetida ao teste de Wilcoxon, indicando que as respostas do Critério 3 foram significativamente diferentes (p-valor igual a 0,02)<sup>7</sup>. Nesse caso, as respostas dos Não Especialistas foram descartadas, sendo consideradas somente às descritas na Tabela 1.

Figura 4 – pesos dos critérios



O teste de Wilcoxon para duas amostras não pareadas (também conhecido como teste da soma de postos de Wilcoxon ou teste de Mann-Whitney) é uma alternativa não paramétrica ao teste t para duas amostras, que pode ser usado para comparar dois grupos independentes de dados. Ele é usado quando seus dados não são distribuídos normalmente.

Fonte: Autores, 2023.

<sup>7</sup> Os demais p-valores foram os seguintes: C1 (0,53), C2 (0,44), C4 (0,38), C5 (0,35) e C6 (0,73).

Tabela 1 – estatística descritiva dos pesos dos critérios (Especialistas)

Crítérios	Min.	Q1	Mediana	Média	Q3	Max.
C1	0,022	0,053	0,078	0,140	0,217	0,567
C2	0,025	0,077	0,110	0,148	0,212	0,407
C3	0,017	0,115	0,193	0,275	0,492	0,623
C4	0,013	0,060	0,161	0,190	0,258	0,540
C5	0,017	0,056	0,147	0,169	0,242	0,516
C6	0,013	0,027	0,050	0,078	0,103	0,269

Fonte: Autores, 2023.

O gráfico das respostas dos Especialistas indica que a mediana do Critério 3 (Objetivo III – formação continuada de RH para a BID) obteve o maior valor comparado às demais medianas e de maneira destacada. Esse resultado superior do Critério 3 também é confirmado pela média aritmética, pelos valores de Q1, de Q3 e da máxima avaliação dos especialistas. Em seguida aparece a mediana do Critério 4 (Objetivo IV - redução da dependência externa da BID), que também confirma a segunda maior média aritmética e Q3, porém bem próximos do Objetivo V – aprimoramento da qualidade tecnológica da BID. Na sequência, aparecem os Critérios 2, 1 e 6 (Objetivo II – integração de ações de CT&I com a BID, Objetivo I - produção de conhecimento e geração de propriedade intelectual e Objetivo VI - contribuição para expandir exportações da BID).

Entretanto, é necessário verificar se as diferenças entre as medianas são estatisticamente significativas. A Tabela 2 mostra os resultados do teste de Wilcoxon, indicando se as diferenças estatísticas entre os critérios são significativas (resposta “sim”). O Critério C3 (maior mediana da amostra) apresenta diferença significativa somente em relação aos Critérios 1, 2 e 6. De fato, é lícito assumir estatisticamente que os Critérios C3, C4 e C5 se encontram em um mesmo patamar superior. Em seguida se encontram os Critérios 1 e 2, em nível intermediário de preferência. Por fim aparece o Critério 6, com a menor preferência destacada desses dois grupos.

Tabela 2 – significância estatística das diferenças

Teste de Wilcoxon (p-valores)	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	xxx	0,4 (não)	0,03 (sim)	0,36 (não)	0,43 (não)	0,03 (sim)
C2	xxx	xxx	0,03 (sim)	0,64 (não)	0,96 (não)	0,01 (sim)
C3	xxx	xxx	xxx	0,16 (não)	0,09 (não)	0 (sim)
C4	xxx	xxx	xxx	xxx	0,86 (não)	0,01 (sim)
C5	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0,01 (sim)
C6	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Fonte: Autores, 2023.

A maior mediana ao Critério 3 (Objetivo III – formação continuada de RH para a BID) é interessante, pois a qualificação e a retenção de recursos humanos em mais alto nível podem ser considerados uma espécie de “motor” que impulsiona e alavanca os demais objetivos. Somente profissionais intelectualmente preparados e experientes serão capazes de criar e manter produtos de defesa no estado da arte.

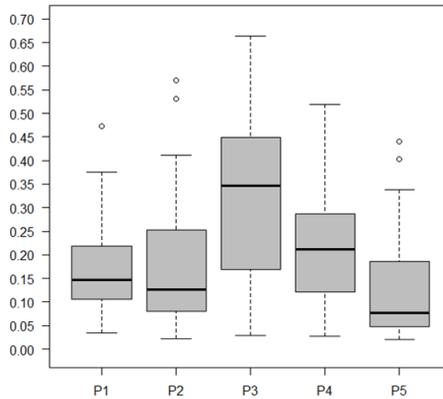
Em lado oposto, o Critério 6 (Objetivo VI - contribuição para expandir exportações da BID) é uma consequência do elevado desempenho nos demais critérios. O sucesso em formar pessoal no mais alto nível de qualificação gera a base para criar novos produtos de defesa, para aprimorar a qualidade tecnológica da BID e reduzir sua dependência externa, integrando ações de CT&I com a BID, produzindo conhecimento e gerando propriedade intelectual. Essa sinergia gera valor aos novos produtos de defesa, atraindo clientes externos para a exportação de sistemas, de componentes, de softwares, de equipamentos de manutenção, de simulação, de treinamento, entre outras possibilidades.

## 4.2. Resultado agregado dos Programas

A Figura 5 descreve os resultados obtidos das avaliações finais dos programas, conforme os parâmetros da Tabela 3. Esses pesos finais refletem a avaliação do grupo completo de respondentes, tendo em vista que não houve diferença estatística entre os resultados segmentados por Especialistas e Não Especialistas.

Figura 5 – pesos finais dos Programas

Prog final geral



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 3 – estatística descritiva dos pesos finais dos programas

Programa Estratégico	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
Prog. Estg 1	0,0338	0,1064	0,1468	0,1670	0,2161	0,4723
Prog. Estg 2	0,0224	0,0831	0,1260	0,1750	0,2458	0,5702
Prog. Estg 3	0,0298	0,1766	0,3459	0,3236	0,4483	0,6636
Prog. Estg 4	0,0281	0,1231	0,2111	0,2123	0,2851	0,5188
Prog. Estg 5	0,0202	0,0479	0,0771	0,1221	0,1774	0,4403

Fonte: Autores, 2023.

A ordem de preferência no gráfico precisa ser confirmada por teste de hipótese. A aplicação do teste de Wilcoxon permitiu verificar a existência de diferenças estatísticas (resposta “sim”) ou não, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – significância estatística das diferenças

Teste de Wilcoxon (p-valores)	P1	P2	P3	P4	P5
P1	xxx	0,52 (não)	0 (sim)	0,04 (sim)	0 (sim)
P2	xxx	xxx	0 (sim)	0,06 (não)	0,01 (sim)
P3	xxx	xxx	xxx	0 (sim)	0 (sim)
P4	xxx	xxx	xxx	xxx	0 (sim)
P5	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Após verificar os resultados e os testes de hipótese, é possível destacar a preferência dos Programas Estratégicos 3, Programa Nuclear da Marinha e 4, SisGAAz, em um nível superior aos demais, em relação à contribuição para a PNBID. Em patamar intermediário aparecem os Programas 2, Obtenção da Capacidade Operacional Plena (OCOP) e 1, Modernização do Poder Naval, sem diferença estatística significativa, seguidos do Programa 5, Mentalidade Marítima, com a menor preferência isolada.

Essa ordem de preferência não significa importância ou qualidade do Programa Estratégico, mas a aderência e potencial de contribuição sob o ponto de vista científico e tecnológico, com base nos objetivos estabelecidos pela PNBID para o crescimento da indústria de defesa do país. Nesse aspecto cabe ressaltar, por exemplo, que o desenvolvimento da mentalidade marítima no longo prazo pode ser o maior fator contribuinte para a atração de recursos humanos para a Marinha, cuja formação continuada foi considerada como principal objetivo da PNBID.

### 4.3. Contribuições dos critérios nos resultados dos Programas

Nessa Seção realizamos uma avaliação programa a programa, com base na ordem de preferência indicada na Figura 6, mostrando inicialmente o Programa 3, seguido do 4, 1, 2 e 5. A finalidade dessa análise é avaliar quais critérios foram preponderantes ao peso final atribuído ao programa.

#### 4.3.1. Programa Estratégico 3 (Programa Nuclear da Marinha)

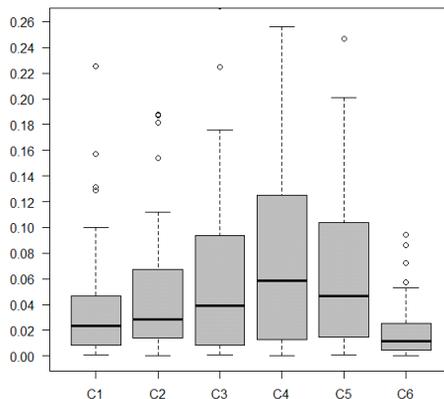
As avaliações do Programa 3 (Figura 6 e Tabela 5) indicam que a maior carga no peso final ocorreu no Critério 4. Isto indica que os

respondentes consideram seu elevado potencial para reduzir a dependência externa da BID. Entre outras ações, é possível investir no aumento do índice de nacionalização de tecnologias de relevância desse programa, que incluem sistemas, subsistemas ou até componentes mais simples do Programa Nuclear da Marinha. A redução da dependência externa da BID também pode ser incrementada através da avaliação da transferência de tecnologia da França ao Brasil, para verificar se a Marinha efetivamente está evoluindo em sua capacidade de nacionalizar peças, processos, softwares, treinamentos, entre outras atividades originais daquele país.

No lado oposto, a menor contribuição para a BID foi estimada no Critério 6, relacionado às exportações da BID. Esse resultado se explica pelo fato de o Brasil ser o mais novo integrante de um “clube” restrito de países que possuem navios com propulsão nuclear e, nesse caso, temos maior potencial para importar do que para exportar produtos decorrentes. Além disso, a capacidade de exportação é consequência do desenvolvimento dos demais Objetivos de desenvolvimento da BID, sendo estimada a sua relevância no longo prazo, após o desenvolvimento dos demais objetivos. Cabe destacar que não houve diferença significativa entre as respostas dos dois grupos, então o gráfico da Figura 6 espelha a avaliação de 42 respondentes.

Figura 6 – contribuição dos critérios ao P3

Prog 3 geral



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 5 – estatística descritiva dos pesos finais do P3

Critérios	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
C1	0,0011	0,0083	0,0236	0,0400	0,0455	0,2254
C2	0,0005	0,0151	0,0285	0,0500	0,0672	0,1880
C3	0,0005	0,0089	0,0389	0,0643	0,0936	0,2979
C4	0,0004	0,0132	0,0586	0,0823	0,1235	0,2988
C5	0,0008	0,0151	0,0467	0,0670	0,1035	0,2465
C6	0,0004	0,0050	0,0113	0,0201	0,0249	0,0941

Fonte: Autores, 2023.

#### 4.3.2. Programa Estratégico 4 (SisGAAz)

O Programa 4 obteve avaliações equilibradas nos Critérios 3, 4 e 5, mantendo o Critério 6 com a menor contribuição ao peso final do SisGAAz (Figura 7 e Tabela 6). Esses três critérios se referem aos Objetivos III (formação continuada de RH para a BID), IV (redução da dependência externa da BID) e V (aprimoramento da qualidade tecnológica da BID). Esses três critérios convergem para um viés de nacionalização de tecnologia de ponta, que envolve a aquisição e desenvolvimento de tecnologia nacional para a gestão de informações de área sob soberania do país, beneficiando a sociedade e a indústria brasileira.

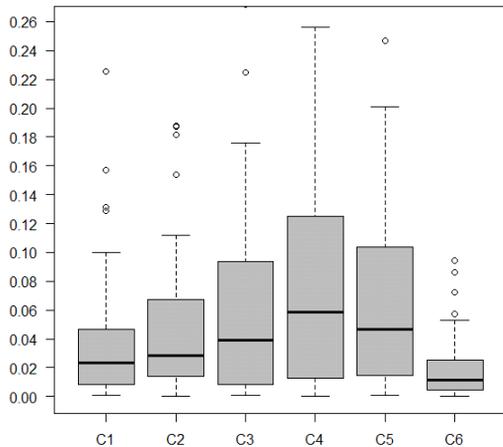
O SisGAAz apresenta elevado potencial para o desenvolvimento no país, por sua capilaridade com outros setores e necessidade de integração de sistemas. O Programa integra equipamentos e sistemas compostos por radares localizados em terra e em embarcações, além de câmeras de alta resolução e capacidades para fusão de dados recebidos de sistemas colaborativos, destacando o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios a Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), todos baseados em rastreamento de posição por via satélite. Os dados captados por GPS são transmitidos por meio de comunicação satelital para centrais de rastreamento e, no futuro, haverá a incorporação de sensores acústicos aos sites de monitoramento. Essa complexa integração traz muitas oportunidades para a comunidade de CT&I do país, gerando potencial

para criação de novos empregos, novos parques industriais, polos de inovação e startups, entre outras possibilidades.

No lado oposto, com a menor contribuição ao peso final do Programa, cabem os mesmos comentários sobre o Objetivo VI, abordados no item 4.3.1. Cabe destacar que não houve diferença significativa entre as respostas dos dois grupos, então o gráfico da Figura 7 espelha a avaliação de 42 respondentes.

Figura 7 – contribuição dos critérios ao P4

Prog 3 geral



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 6 – estatística descritiva dos pesos finais do P4

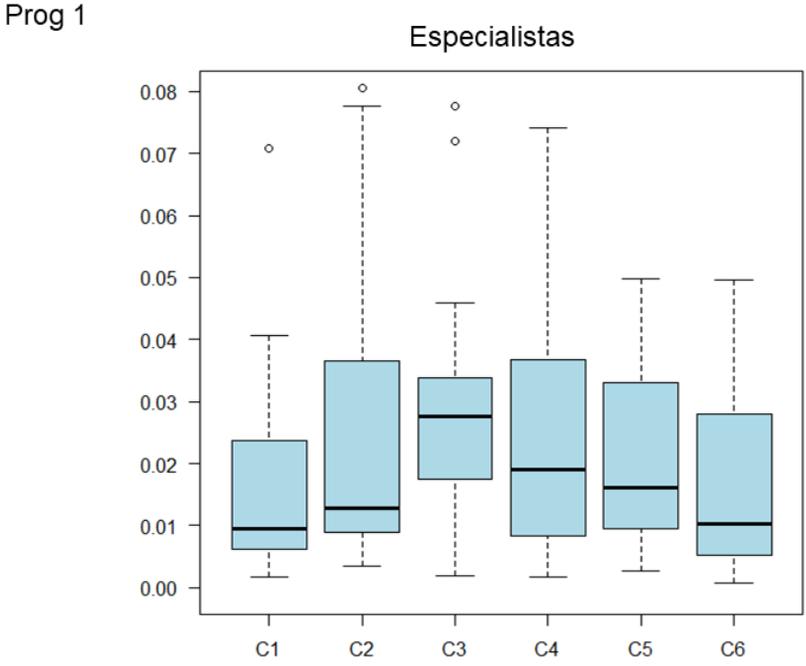
Critérios	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
C1	0,0005	0,0074	0,0129	0,0354	0,0384	0,3591
C2	0,0005	0,0084	0,0187	0,0340	0,0480	0,1519
C3	0,0010	0,0076	0,0248	0,0413	0,0683	0,1832
C4	0,0011	0,0108	0,0232	0,0378	0,0531	0,1249
C5	0,0002	0,0086	0,0228	0,0455	0,0742	0,1922
C6	0,0012	0,0055	0,0117	0,0184	0,0240	0,0941

Fonte: Autores, 2023.

### 4.3.3. Programa Estratégico 1 (Modernização do Poder Naval)

Os resultados do Programa 1 indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, sendo então preservadas somente as respostas dos 23 Especialistas, conforme a Figura 8.

Figura 8 – contribuição dos critérios ao P1



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 7 – estatística descritiva dos pesos finais do P1

Crítérios	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
C1	0,0017	0,0061	0,0094	0,0247	0,0238	0,0941
C2	0,0034	0,0089	0,0128	0,0243	0,0366	0,0805
C3	0,0020	0,0174	0,0276	0,0449	0,0338	0,2878
C4	0,0017	0,0084	0,0191	0,0253	0,0368	0,0742
C5	0,0026	0,0096	0,0160	0,0281	0,0331	0,1370
C6	0,0007	0,0051	0,0102	0,0209	0,0279	0,1263

Fonte: Autores, 2023.

Nessas respostas é possível identificar a maior carga do Critério 3 (Formação continuada de RH para a BID) ao peso final. Por experiência dos Especialistas nos diversos programas de modernização de meios da Esquadra, é possível que tenham considerado a importância em contar com recursos humanos no mais alto nível de especialização, tanto em níveis superiores quanto em nível técnico. Somente com recursos humanos no mais alto grau de conhecimento é possível assimilar, manter e desenvolver a tecnologia transferida em contratos de aquisição no exterior, ou integrar a nova tecnologia com os atuais sistemas e, posteriormente, participar de projetos para a nacionalização de componentes, sobressalentes, softwares e hardwares, equipamentos de manutenção e treinamento, entre outras iniciativas para reduzir a dependência externa da BID.

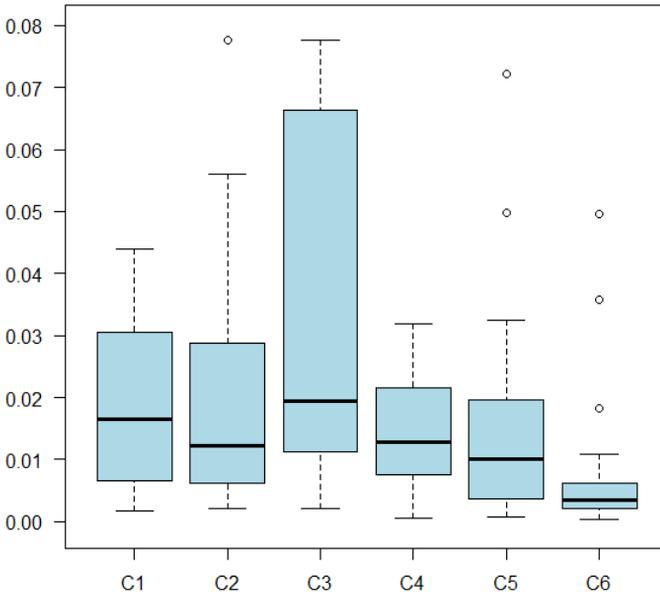
Interessante também é destacar as menores cargas dos Critérios 1 (produção de conhecimento e propriedade intelectual) e 6 (contribuição para exportações da BID), normalmente relacionados ao longo prazo de projetos de CT&I, pois requerem tempo de maturidade nos processos, experiência dos recursos humanos que participam da modernização dos meios e infraestrutura das Instituições para apoiar transbordamentos dos projetos, os chamados spin-offs. A tecnologia atual evolui rapidamente, gerando obsolescência em curto prazo, podendo também impactar negativamente as iniciativas para manter os recursos humanos em atividades de inovação dos sistemas modernizados. Nosso país tampouco tem tradição em projetos de inovação por reengenharia, o que poderia fomentar o prosseguimento de pesquisas aplicadas para futuros processos de modernização.

#### 4.3.4 Programa Estratégico 2 (Obtenção da Capacidade Operacional Plena - OCOP)

Os resultados do Programa 2 também indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos de respondentes, sendo então preservadas somente as respostas dos 23 Especialistas, conforme a Figura 9.

A OCOP é um programa de natureza essencialmente logística, pois tem como propósito a manutenção ou modernização de instalações e meios já existentes na Marinha, incluindo a manutenção de dotações de sobressalentes, armas e munições. Dessa forma, é coerente a maior carga sobre o Critério 3 (formação continuada de RH para a BID), principalmente se considerarmos que os sistemas atuais, com cada vez mais tecnologia embarcada de alta complexidade, exige recursos humanos no estado da arte para que a manutenção seja realizada adequadamente.

Figura 9 – contribuição dos critérios ao P2



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 8 – estatística descritiva dos pesos finais do P2

Crítérios	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
C1	0,0017	0,0065	0,0165	0,0260	0,0306	0,0955
C2	0,0021	0,0062	0,0121	0,0204	0,0288	0,0776
C3	0,0021	0,0112	0,0195	0,0455	0,0663	0,2703
C4	0,0005	0,0075	0,0129	0,0302	0,0216	0,3297
C5	0,0007	0,0037	0,0101	0,0290	0,0196	0,3400
C6	0,0004	0,0021	0,0035	0,0077	0,0061	0,0496

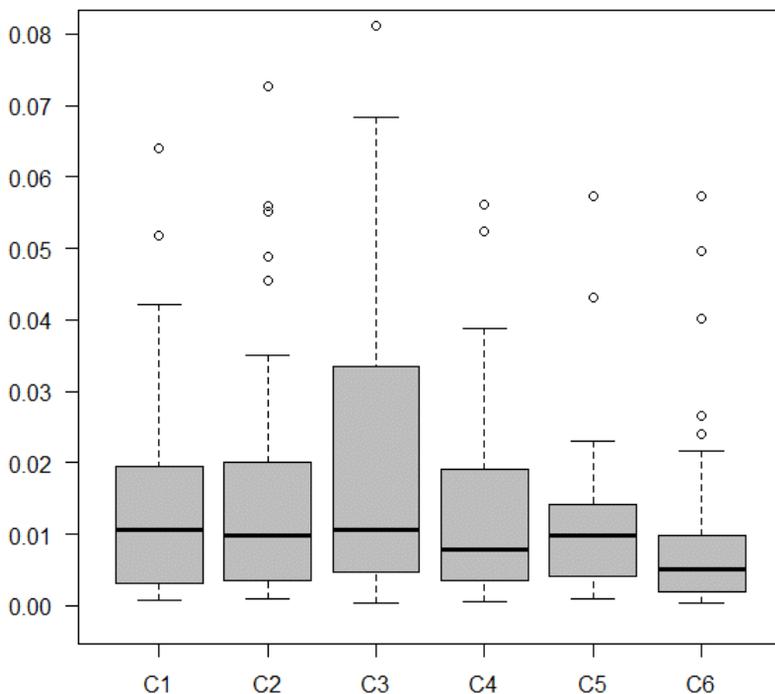
Fonte: Autores, 2023.

#### 4.3.5 Programa Estratégico 5 (Mentalidade Marítima)

Esse Programa manteve a similaridade de percepções dos dois grupos de respondentes, que se caracterizou pelo equilíbrio de cargas dos Critérios 1 a 5, com menor influência do Critério 6, conforme estimado pelos Autores.

Esse equilíbrio nas avaliações do Programa com a menor parcela de contribuição aos objetivos da PNBID pode decorrer da dificuldade em avaliar atividades de conscientização da sociedade, de um programa de natureza psicossocial, na área de CT&I. Cabe ressaltar que um de seus subprogramas, o PROANTAR, apresenta potencial em CT&I, pois envolve o gerenciamento em apoio às Pesquisas científicas relacionadas ao ambiente Antártico e também envolve projetos de revitalização e modernização de suas instalações, equipamentos e sistemas atinentes às atividades logísticas (BRASIL, 2023a). Mesmo assim, a existência do PROANTAR não foi suficiente para alavancar a avaliação da Mentalidade Marítima, no contexto da PNBID.

Figura 10 – contribuição dos critérios ao P5



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 9 – estatística descritiva dos pesos finais do P5

Crítérios	Mínimo	Q1	Mediana (Q2)	Média	Q3	Máximo
C1	0,0008	0,0032	0,0106	0,0208	0,0195	0,1138
C2	0,0009	0,0035	0,0098	0,0208	0,0192	0,1519
C3	0,0004	0,0048	0,0107	0,0406	0,0326	0,3370
C4	0,0005	0,0035	0,0079	0,0186	0,0189	0,2106
C5	0,0009	0,0043	0,0097	0,0116	0,0140	0,0574
C6	0,0004	0,0020	0,0052	0,0096	0,0096	0,0573

Fonte: Autores, 2023.

Por fim, a Conclusão sintetiza os principais achados da pesquisa, ressaltando as suas contribuições e apontando caminhos para pesquisas futuras.

## 5. CONCLUSÃO

O artigo buscou realizar uma avaliação exploratória na Marinha, com foco em egressos ou atuais discentes dos cursos de altos estudos militares, acerca de seus conhecimentos sobre ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Para tanto, exploramos a recente política destinada ao desenvolvimento da BID, publicada em 2022, para atender diretamente ao propósito e obter mais informações de interesse futuro. A pesquisa recorreu a Oficiais com e sem experiência em projetos da própria Força, com qualificação suficiente para estabelecerem suas preferências às questões propostas. A metodologia quantitativa explorou o AHP, método consagrado na literatura científica, juntamente com testes estatísticos para verificar a significância dos resultados. Gráficos tipo boxplot trouxeram indícios sobre as preferências dos objetivos da PNBID e dos Programas.

As três questões de pesquisa descreveram essa abordagem. A Questão 1 avaliou se os resultados do estudo de caso, estimados pelos autores antes da

pesquisa, foram confirmados. A resposta foi afirmativa, pois os Autores estimaram que o Programa Nuclear e o SisGAAz apresentavam o maior potencial de contribuição à PNBID, enquanto o Programa Mentalidade Marítima tenderia aos menores escores. Isto foi plenamente confirmado nas respostas dos dois grupos de respondentes. A Questão 2 verificava se haveria diferença estatisticamente significativa entre as respostas dos Oficiais com experiência na área de CT&I e os Oficiais com formação mais “generalista”. Isto se verificou parcialmente. Nas avaliações dos pesos dos critérios (objetivos da PNBID), os Especialistas indicaram a maior relevância para a formação continuada de recursos humanos, enquanto o grupo de “generalistas” não teve essa percepção. A área de CT&I é consideravelmente demandante em formação continuada, para especializar e aprofundar conhecimentos cada vez mais escassos e em evolução constante nos países desenvolvidos. Recursos humanos no estado da arte do conhecimento são capazes de liderar as mudanças necessárias, treinar novos quadros e identificar os sistemas e equipamentos essenciais para inovar e impulsionar novas tecnologias. Somente profissionais com

experiência em CT&I poderiam ter essa percepção acurada. Por outro lado, os dois grupos alcançaram resultados estatisticamente similares na avaliação global dos Programas. Isto mostra que a correlação entre os Programas Estratégicos e os objetivos da PNBID apresenta percepção em comum, que pode decorrer da carga de CT&I nos cursos de altos estudos, especificamente sobre os temas que abordam os assuntos mais “em voga”, como a construção dos submarinos em Itaguaí, sobre o SisGAAZ, entre outros tópicos afins.

A Questão 3 buscou indicar quais as contribuições dos Programas Estratégicos aos objetivos da PNBID, conforme descreveram os gráficos e tabelas dos itens 5.3.1 a 5.3.5. Essa questão antecipa o assessoramento da Marinha, no que se refere ao contexto de prestação de contas a uma política pública. Cada Programa pode contribuir diferentemente aos objetivos da PNBID e essa identificação orienta o esforço da Marinha em relação a sua contribuição à PNBID.

A pesquisa pode ter prosseguimento com a confirmação dos resultados com novas rodadas de coleta de dados, junto a grupos de especialistas com diferentes qualificações. A pesquisa também pode gerar subsídios para a elaboração da estratégia decorrente da PNBID, pois ainda se mostra incompleta para a geração dos resultados esperados, relacionados ao fortalecimento da BID.

# OVERVIEW OF KNOWLEDGE IN SCIENCE AND TECHNOLOGY AMONG NAVAL STAFF OFFICERS

## ABSTRACT

---

The purpose of this article is to conduct an exploratory assessment of current and former students of the Navy's advanced military studies courses regarding their knowledge of science, technology, and innovation. This knowledge is crucial for Navy officers and should be given special attention in the schools of the Ministry of Defense. The world is currently in an era of knowledge, with rapid advancements in science, technology, and innovations that are unprecedented in history. It is therefore essential to assess whether academic preparation is keeping pace with these developments. In the new millennium, disruptive innovations are occurring continuously, rendering many systems obsolete, including in the defense sector. To maintain its operational capability and dissuasion credibility, the defense sector must prioritize state-of-the-art technologies. The research included officers with and without experience in the Force's strategic programs and projects, all sufficiently qualified to provide informed responses to the proposed questions. The study employed a quantitative methodology, utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP), a well-established method in scientific literature, along with statistical tests and graphs to assess the significance of the results. These results reflect the officers' preferences regarding the objectives of the National Defense Industrial Base Policy (PNBID) and the Navy's Portfolio of Strategic Programs. The findings indicated that experts considered the Nuclear Program and SisGAAz to have the greatest potential to contribute to the PNBID, while the Maritime Mentality Program received the lowest scores. The experts also identified the continued training of human resources as the primary objective of the PNBID. This is seen as essential for leading processes, training new staff, and identifying the systems and equipment needed to innovate and advance new technologies. Keywords: Strategic Programs Portfolio; Brazilian Navy; AHP; PNBID; Defense Industry.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, S., CABRERIZO, F. J., CHICLANA, F., et al. "Group decision making with incomplete fuzzy linguistic preference relations", *International Journal of Intelligent Systems*, v. 24, n. 2, p. 201–222, 2009.

ALONSO, S., CHICLANA, F., HERRERA, F., et al. "A consistency-based procedure to estimate missing pairwise preference values", *International Journal of Intelligent Systems*, v. 23, n. 2, p. 155–175, 2008.

BORGES, A. G., GAVIÃO, L. O. "Relações governamentais no plano estratégico da Marinha", *Revista da Escola de Guerra Naval*, v. 29, n. 1, p. 113–143, 2023.

BRASIL. Decreto no 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1. . Brasília, DF, [s.n.]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm). , 2008

BRASIL. Lei no 12.598, de 22 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei no 12.249, de 11 de ju. . Brasília, DF, [s.n.]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/Lei/L12598.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Lei/L12598.htm). , 2012a

BRASIL. Livro Branco de Defesa Nacional. . Brasília-DF, Ministério da Defesa. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/2012/mes07/lbdn.pdf>. , 2012b

BRASIL. Marinha do Brasil. Escola de Guerra Naval (EGN). Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM) - Currículo 2023. 2022a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/egn/spp/C-PEM>.

BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. Circular no 1/2023 do Estado Maior da Armada - Portfólio Estratégico da Marinha. . Brasília, DF, Ministério da Defesa. , 2023a

BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional da Base Industrial de Defesa. Aprovada pelo Decreto no 11.169 de 10 de agosto de 2022. . Brasília, DF., Ministério da Defesa. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/decreto/D11169.htm.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11169.htm.) , 2022b

BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa. Versão sob apreciação do Congresso Nacional (Lei Complementar 97/1999, art. 9o, § 3o). . Brasília-DF, Ministério da Defesa. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf.](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf.) , 2012c

BRASIL. Política Nacional da Indústria de Defesa. Portaria Normativa no 899 do Ministério da Defesa, de 19 de julho de 2005. . Brasília, DF, Ministério da Defesa. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/base-industrial-de-defesa/arquivos/pnid\\_politica\\_nacional\\_da\\_industria\\_de\\_defesa.pdf.](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/base-industrial-de-defesa/arquivos/pnid_politica_nacional_da_industria_de_defesa.pdf.) , 2005

BRASIL. Programas Estratégicos da Marinha. 2023b. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programas-estrategicos.> Acesso em: 17 dez. 2023.

BRICK, Eduardo Siqueira; PORTO, Henrique Fernandes Alvarez Vilas. O papel do Estado e a interação entre empresas, Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) e Instituições de Ensino Superior (IES) para inovação e capacitação industrial e tecnológica para defesa no Brasil. *Revista da EGN*, v. 26, n. 1, p. 254-303, 2020.

FILGUEIRAS, F., QUEIROZ, L. de F. N. “The Governance of Public Policy Evaluation Systems: Policy Effectiveness and Accountability”, *Organizações & Sociedade*, v. 28, p. 208–232, 2021.

FRIEDL, K. E., TALBOT, T. B., STEFFENSEN, S., “Information Science and Technology: A New Paradigm in Military Medical Research”. *R&D Management in the Knowledge Era: Challenges of Emerging Technologies*, [S.l.], Springer, 2019. p. 3–44.

GAVIÃO, L. O., LIMA, G. B. A., GARCIA, P. A. de A., “Procedimento de redução das avaliações do AHP por transitividade da escala verbal de

Saaty". In: SENHORAS, E. M. (Org.), *Engenharia de Produção: além dos produtos e sistemas produtivos*, 1. ed. Ponta Grossa - PR, Editora Atena, 2021. p. 88–102. DOI: 10.22533/at.ed.9082115039.

GOMES, C. F. S., RODRIGUES, M. V. G., COSTA, I. P. A., DOS SANTOS, M. Ordering of Warships for the Brazilian Navy Using the New Method: AHP-Gaussian with Pearson's Correlation. In: *Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems III*. IOS Press, 2021. p. 104-111.

HAN, T.-C., SUNG, A., CHOU, C.-C. "Application of analytic hierarchy process to choose the optimal transport mode of army logistics between Taiwan and offshore islands", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, v. 230, n. 2, p. 327–340, 2016.

KIM, K., LIM, Y. "A Study on the Measuring of Combat Effectiveness for Naval Frigates Using Analytic Hierarchy Process", *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, v. 44, n. 1, p. 9–16, 2021.

LAMPERT, J. A. de A., COSTA, E. "Sistema de gerenciamento da Amazônia Azul", *Revista Marítima Brasileira*, v. 140, n. 10/12, p. 77–80, 2020.

LELE, A., LELE, BOSE. *Disruptive technologies for the militaries and security*. [S.l.], Springer, 2019. v. 132.

LI, C.-C., DONG, Y., XU, Y., et al. "An overview on managing additive consistency of reciprocal preference relations for consistency-driven decision making and fusion: taxonomy and future directions", *Information Fusion*, v. 52, p. 143–156, 2019.

LIU, C. H., LIN, C.-W. R. "The Comparative of the AHP Topsis Analysis Was Applied for the Commercialization Military Aircraft Logistic Maintenance Establishment", *International Business Management*, v. 10, n. 4, p. 6428–6432, 2016.

MADEU, F. C. B., PELLANDA, P. C., PASSOS, A. C. "Prospecção tecnológica utilizando análise de patentes e o método AHP", *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 38, n. 1, p. 14–30, 2021.

MAÊDA, S. M. do N., COSTA, I. P. de A., CASTRO JUNIOR, M. A. P. de, et al. "Multi-criteria analysis applied to aircraft selection by Brazilian Navy", *Production*, v. 31, p. e20210011, 2021.

MICHAELI, J. G., HOU, G., CORNETT, D., et al. "Application of the Analytic Hierarchy Process for Topside Combat System Integration onto Surface Combatants", *Naval Engineers Journal*, v. 126, n. 4, p. 79–86, 2014.

NETO, J. V., SANTOS, C. B. dos, TORRES, É. M., et al. "Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos", *Revista Odontológica do Brasil Central*, v. 26, n. 76, p. 1–6, 2017.

O'HANLON, M. E. Executive Summary: Forecasting change in military technology, 2020-2040. [S.l: s.n.], 2018. v. 2020.

RADOVANOVIĆ, M., PETROVSKI, A., ŽINDRAŠIČ, V., et al. "Application of the Fuzzy AHP-VIKOR hybrid model in the selection of an unmanned aircraft for the needs of tactical units of the armed forces", *Scientific Technical Review*, v. 71, n. 2, p. 26–35, 2021.

RICHARDSON, M. D., JENKINS, W., LEMOINE, P. A. "Planning for innovation and disruption in a global environment.", *Educational Planning*, v. 24, n. 3, p. 11–24, 2017.

SAATY, T. L. *The analytic hierarchy process*. New York, McGraw-Hill, 1990. v. 45.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York, McGraw-Hill, 1980.

SALGADO, F. A. S., GAVIÃO, L. O., OLIVEIRA, L. A. dos S., et al. "Selection of polar vessels using multicriteria and capability-based methods", *International Journal of Multicriteria Decision Making*, v. 9, n. 3, p. 176–203, 2023.

SIEGEL, S., TUKEY, J. W. "A nonparametric sum of ranks procedure for relative spread in unpaired samples", *Journal of the American Statistical Association*, v. 55, n. 291, p. 429–445, 1960.

SIMÕES, A. A. Curso sobre avaliação de políticas públicas: tipologias e técnicas de análise. Brasília, DF, Escola Nacional de Administração Pública (Enap). Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3369>. , 2018.

SIMÕES, A. A. “Los programas de transferencia: una complementariedad posible y deseable”, *Universalismo básico. Una nueva política social para América Latina*, p. 293–311, 2006.

SIMPLÍCIO, R., GOMES, J., ROMÃO, M. “Projects selection and prioritization: a Portuguese Navy pilot model”, *Procedia Computer Science*, v. 121, p. 72–79, 2017.

TONG, T., WU, Q. “Application of Mixed Teaching in Military Academy Curriculum”, *Journal of Education and Educational Research*, v. 1, n. 3, p. 43–45, 2022.

WIEJAK, G., GRZELAK, M., MROCZEK, R. “Rating of the Mobility of Military Logistic Vehicles Used in the Polish Armed Forces”, *Advances in Military Technology*, v. 18, n. 1, p. 79–86, 2023.

WIESER, A. B. *Teaching Innovation: Designing a Curriculum to Change the Military*. 2020. 1–65 f. Monterey, CA; Naval Postgraduate School, 2020. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1114760.pdf>.

## **Apêndice – modelo de cálculo do AHP**