

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG (EN) CARLOS VINÍCIUS MALHEIROS DOS SANTOS

Base Industrial de Defesa no Contexto da Construção Naval Militar
Evolução Histórica, Desafios e Oportunidades
Projeto x Nacionalização

Rio de Janeiro

2024

CMG (EN) CARLOS VINÍCIUS MALHEIROS DOS SANTOS

Base Industrial de Defesa no Contexto da Construção Naval Militar
Evolução Histórica, Desafios e Oportunidades
Projeto x Nacionalização

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador:

CMG (IM) Alan Azedo MESSEDER

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2024

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

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

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

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

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

DEDICATÓRIA

Este projeto de pesquisa é dedicado à minha amada esposa Ana Cristina. Sem a sua presença e compreensão, os resultados não seriam os mesmos. Muito obrigado pela sua presença em minha vida meu Amor.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela vida que Ele me concedeu.

Agradeço à minha esposa Ana Cristina por compreender as várias horas em que estive ausente por causa do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador CMG IM Messeder pela grande atenção dispensada que se tornou essencial para que o projeto fosse concluído.

Sou grato a todo corpo docente da Escola de Guerra Naval que sempre transmitiram o saber com muito profissionalismo.

Também agradeço a todos os meus colegas de curso, pela oportunidade do harmonioso convívio e pela cooperação mútua ao longo deste ano acadêmico.

RESUMO

Esta tese examina o impacto da dependência do Brasil em projetos estrangeiros para programas navais, particularmente as fragatas da classe Tamandaré (FCT), na Base Industrial de Defesa (BID), especificamente no que diz respeito à participação de empresas nacionais no fornecimento de tecnologias-chave dos sistemas de propulsão. Uma análise comparativa entre as corvetas da classe Inhaúma (CCI) e o projeto das FCT é realizada para avaliar os efeitos da não autoria da Marinha do Brasil (MB) no projeto das FCT sobre o processo de nacionalização. A análise destaca os desafios e possíveis retrocessos no desenvolvimento da BID quando empresas nacionais são preteridas em favor de tecnologias estrangeiras. O estudo sugere indícios de que os esforços de nacionalização mais bem-sucedidos nos programas navais do Brasil ocorreram quando os projetos foram inteiramente nacionais ou quando os contratos exigiam transferência de tecnologia, levando ao significativo desenvolvimento de sistemas e equipamentos nacionais. A pesquisa destaca a relevância na continuidade de investimentos relacionados ao desenvolvimento tecnológico nacional autóctone para garantir as capacidades de defesa e o crescimento econômico do Brasil, enfatizando que o sucesso da nacionalização depende de um complexo industrial-militar robusto, sustentado por demanda consistente e projetos sucessivos. As conclusões apontam para a necessidade de uma mudança estratégica em direção a uma maior participação nacional nos projetos de defesa para assegurar a soberania e a independência tecnológica do Brasil.

Palavras-chave: Base Industrial de Defesa. Fragatas Classe Tamandaré. Nacionalização. Projetos Navais. Propulsão. Conteúdo Local.

ABSTRACT

Defense Industrial Base in the Context of Military Shipbuilding: Historical Evolution, Challenges, and Opportunities

This thesis examines the impact of Brazil's reliance on foreign designs for naval programs, particularly the Tamandaré-class frigates (FCT), on the Defense Industrial Base (BID), specifically concerning the participation of national companies in providing key propulsion system technologies. A comparative analysis between the Inhaúma-class corvettes (CCI) and the FCT project is conducted to assess the effects of the Brazilian Navy's (MB) non-authorship in the FCT design on the nationalization process. The analysis highlights the challenges and potential setbacks in the development of the BID when domestic companies are sidelined in favor of foreign technologies. The study suggests that the most successful nationalization efforts in Brazil's naval programs occurred when projects were entirely national or when contracts mandated technology transfer, leading to significant development of national systems and equipment. The research highlights the relevance of continuing investments related to the development of indigenous national technology to ensure Brazil's defense capabilities and economic growth, emphasizing that the success of nationalization depends on a robust industrial-military complex, sustained by consistent demand and successive projects. The conclusions point to the need for a strategic shift towards greater national participation in defense projects to ensure Brazil's sovereignty and technological independence.

Keywords: Defense Industrial Base. Tamandaré-Class Frigates. Nationalization. Naval Projects. Propulsion. Local Content

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Últimos 50 anos da Construção Naval Militar no Brasil.....	17
FIGURA 2 – Cronograma do Contrato das Fragatas Classe Tamandaré	27
FIGURA 3 – Modelo de Ciclo de Vida de um Sistema	31
FIGURA 4 - Sistema de propulsão das Corvetas Classe Inhaúma/Barroso	58
FIGURA 5 - Sistema de propulsão das Fragatas Classe Tamandaré	58
FIGURA 6 - Fragata Niterói em provas de mar na Inglaterra - 09/01/1976	77
FIGURA 7 - Concepção em 3D da futura classe “Tamandaré”	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALI	—	Apoio Logístico Integrado
AMRJ	—	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
BID	—	Base Industrial de Defesa
BLD	—	Base Logística de Defesa
BNDES	—	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CCB	—	Corvetas Classe “Barroso”
CCI	—	Corvetas Classe “Inhaúma”
CMN	—	Constructions Mécaniques de Normandie
CODAD	—	Combined Diesel and Diesel
CODOG	—	Combined Diesel or Gas
CPN	—	Centro de Projetos de Navios
DEN	—	Diretoria de Engenharia Naval
EISA	—	Estaleiro Ilha S/A
EMGEPRON	—	Empresa Gerencial de Projetos Navais
FCN	—	Fragatas Classe “Niterói”
FCT	—	Fragatas Classe “Tamandaré”
GE	—	General Electric
HDW	—	Howaldtswerke-Deutsche Werft
IKL	—	Ingenieur Kontor Lubeck
INACE	—	Indústria Naval do Ceará
MB	—	Marinha do Brasil
MTU	—	Motoren und Turbinen Union GmbH
NP	—	Navio Patrulha
OJT	—	On the Job Training
PRM	—	Programa de Reaparelhamento da Marinha
PROSUB	—	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
S-BR	—	Submarino com Propulsão diesel-elétrica
SN-BR	—	Submarino com Propulsão Nuclear
SNAC-I	—	Submarino Nacional Convencional de Ataque
STC	—	Sequential Turbocharging system
ToT	—	Transferência de Tecnologia

LISTA DE SIMBOLOS

bhp	brake horse power
kW	kilowatts
RPM	Rotações por minuto
TON	Toneladas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVO E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	14
1.3 PROBLEMA E OBJETIVOS	14
1.4 METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	15
2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CONSTRUÇÃO NAVAL MILITAR BRASILEIRA. 17	
2.1 FRAGATAS CLASSE “NITERÓI”	17
2.2 NAVIO-ESCOLA “BRASIL”	19
2.3 CORVETAS CLASSE “INHAÚMA”	20
2.4 SUBMARINOS CLASSE “TUPI”	21
2.5 NAVIO-TANQUE “GASTÃO MOTA”	22
2.6 NAVIO PATRULHA CLASSE “GRAJAÚ”	23
2.7 CORVETA “BARROSO”	24
2.8 SUBMARINO “TIKUNA”	24
2.9 NAVIO PATRULHA CLASSE “MACAÉ”	25
2.10 PROSUB	25
2.11 NAVIO PATRULHA 500 TON BR	26
2.12 FRAGATAS CLASSE “TAMANDARÉ”	27
2.13 CONCLUSÕES PARCIAIS	28
3 O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E O DOMÍNIO DE TECNOLOGIAS ... 29	
3.1 O DOMÍNIO DO PROJETO IMPULSIONANDO OS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO	30
3.2 A GESTÃO DE UM CICLO DE PROJETO	31
3.2.1 Fase de Desenvolvimento Conceitual	32
3.2.2 Fase de Desenvolvimento de Engenharia	34
3.2.3 Fase Pós-desenvolvimento	34
3.3 AS FASES DE PROJETO NO PROGRAMA DAS CCI	36
3.4 A IMPORTÂNCIA DE UM GERENCIAMENTO DE REQUISITOS EFETIVO	37

3.5 O PAPEL DO APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NO PROJETO DE NAVIOS MILITARES	37
3.6 A AQUISIÇÃO DE NAVIOS POR OPORTUNIDADE E O ATRASO TECNOLÓGICO NACIONAL	38
3.7 CONCLUSÕES PARCIAIS	40
4 PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO E A BASE INDUSTRIAL DE DEFESA DESAFIOS E OPORTUNIDADES	43
4.1 OS PRIMEIROS MOVIMENTOS EM FAVOR DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO	44
4.2 O RELACIONAMENTO ENTRE O PROCESSO DE NACIONALIZAÇÃO E O ALI.....	45
4.3 O ENFRENTAMENTO DE GRANDES DESAFIOS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 1995	46
4.3.1 Processos licitatórios	47
4.3.2 Riscos financeiros e prazos	48
4.3.3 Gerenciamento de riscos	49
4.4 ANOS DOURADOS DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO	51
4.5 PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO BEM-SUCEDIDOS	51
4.6 A DESACELERAÇÃO DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO	52
4.7 VULNERABILIDADES RECORRENTES NOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO	53
4.8 A RETOMADA DA EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO ...	53
4.8.1 PROSUB	53
4.8.2 Programa das Fragatas Classe Tamandaré	55
4.9 CONCLUSÕES PARCIAIS	56
5 CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE PROPULSÃO NAVAIS.....	57
5.1 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO DAS CCI	57
5.2 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO DAS FCT	58
5.3 RELEVÂNCIA DOS COMPONENTES DA PROPULSÃO NA AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO LOCAL.....	59
5.4 PARTICIPAÇÃO DAS EMPRESAS DE DEFESA NOS PROJETOS CCI/CCB E FCT.....	61

5.4.1 Comparação entre as arquiteturas dos sistemas propulsivos CCI x FCT	61
5.4.2 Comparação entre os projetos quanto a seleção dos motores diesel	62
5.4.3 Comparação entre os projetos quanto a seleção do conjunto para transmissão de potência propulsiva	63
5.4.4 Comparação entre os projetos com relação ao sistema de controle da propulsão	64
5.4.5 Análise do contexto orçamentário dos projetos CCI e FCT e a repercussão sobre os processos de nacionalização associados a estes projetos	65
5.5 CONCLUSÕES PARCIAIS	66
6 CONCLUSÕES FINAIS E AÇÕES PROPOSTAS	67
6.1 CONCLUSÕES FINAIS	67
6.2 AÇÕES PROPOSTAS	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E CONTEXTUALIZAÇÃO

A Base Industrial de Defesa (BID) compreende empresas estatais e privadas envolvidas em diversas fases de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa. Estes produtos são bens e serviços que, devido às suas características específicas, contribuem para a segurança e defesa do país (Oliveira, 2015).

A Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012, marcou uma mudança significativa na abordagem do Brasil em relação à indústria de defesa. Essa legislação instituiu o Regime Especial de Tributação para a Indústria de Defesa (RETID), que aliviou empresas do setor de várias obrigações fiscais, reduzindo os custos de produção para companhias classificadas como estratégicas e promovendo o desenvolvimento de tecnologias essenciais para o país (A Industria [...], (2023).

Como resultado dessa legislação, em 2013, o Ministério da Defesa (MD) credenciou 26 empresas e 26 produtos estratégicos de defesa. Dados do MD revelam que, em 16 de junho de 2023, a BID contava com 170 empresas, das quais 137 eram credenciadas como Empresas Estratégicas de Defesa (EED), e com 1.276 produtos catalogados, sendo 1.160 classificados como Produtos Estratégicos de Defesa (PED) (Base [...], 2023).

Neste contexto que envolve uma expectativa sobre a expansão da BID a partir de uma sucessão de programas de obtenção de navios militares pela Marinha do Brasil (MB), e considerando o atual Programa de obtenção das Fragatas Classe Tamandaré¹ (FCT), cabe uma reflexão se pelo fato da MB não ser o órgão desenvolvedor autoral de projeto para as FCT, se houve indícios de impactos negativos causados sobre a BID promovendo uma participação menos expressiva de empresas nacionais no fornecimento de tecnologias associadas aos componentes relevantes dos sistemas de propulsão aplicados a este projeto. A base de comparação adotada para a análise terá como referência o contexto tecnológico do projeto das Corvetas Classe Inhaúma (CCI).

¹ <https://www.marinha.mil.br/programa-classe-tamandare>

Na sequência da análise comparativa e em decorrência dos eventuais impactos apurados, serão propostas à MB futuras ações a serem empreendidas no sentido de que empresas nacionais efetivamente tenham uma participação mais significativa nas etapas iniciais do ciclo de domínio de tecnologia, quais sejam: pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa, seja no escopo de bens ou de serviços.

1.2 OBJETIVO E RELEVÂNCIA DO TEMA

A pesquisa conduzida ao longo deste trabalho se propõe a realizar uma análise a partir da comparação entre os contextos tecnológicos dos projetos das Corvetas Classe Inhaúma (CCI) x Fragatas Classe Tamandaré (FCT), sob o ponto de vista do desenvolvimento autoral dos projetos e os efeitos decorrentes sobre os eventuais processos de nacionalização envolvendo as tecnologias associadas aos componentes relevantes dos sistemas de propulsão aplicados a estes projetos.

A partir dos resultados desta análise poder-se-á avaliar os impactos causados sobre a BID pelo fato da MB não ser o órgão desenvolvedor autoral de projeto para as FCT e na sequência desta análise propor à MB futuras ações a serem eventualmente empreendidas no sentido de que empresas nacionais tenham uma participação mais significativa nas etapas iniciais do ciclo de domínio de tecnologia, quais sejam: pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa, seja no escopo de bens ou de serviços.

Como referência para a pesquisa de contexto tecnológico do projeto das CCI/ Corvetas Classe Barroso (CCB) serão adotadas as referências bibliográficas listadas nesta tese, e como referência para as consultas na (BID), o Guia de Empresas e Produtos de Defesa, do MD, edição 2021.

1.3 PROBLEMA E OBJETIVOS

Domínio sobre a tecnologia de projeto e desenvolvimento da indústria nacional de defesa são atividades intimamente relacionadas.

Ao realizar um retrospecto histórico dos últimos 50 anos dos programas de obtenção de meios navais da Marinha e analisando estes programas sob o ponto de

vista das contribuições que estes deram para a expansão da BID, poder-se-á traçar um paralelo entre os momentos em que a Marinha optou pelo desenvolvimento e domínio pleno do projeto e os efetivos avanços observados na formação de nossa BID, os quais ficaram marcados por processos de nacionalização decorrentes destes programas.

Com base neste retrospecto histórico será possível depreender sobre indícios da relevância de se investir em domínio de tecnologia autóctone de projeto que naturalmente tenderá a induzir a indústria nacional de defesa a se aperfeiçoar com participação ativa nos processos de nacionalização de materiais, equipamentos e sistemas associados.

1.4 METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizadas a metodologia descritiva com base na extensa referência bibliográfica existente sobre o assunto, e também a metodologia comparativa. Este trabalho foi desenvolvido em seis capítulos, incluindo a Introdução e a Conclusão.

No Capítulo 2 será apresentada a evolução histórica da construção naval militar brasileira, ao longo dos últimos 50 anos, a partir do ponto de vista das oportunidades de transferência de tecnologia (ToT) em projeto e dos processos de nacionalização de equipamentos e sistemas decorrentes que representaram os movimentos precursores da formação da nossa BID. Ao final deste capítulo poderemos constatar que nos programas de obtenção de meios onde o projeto foi inteiramente nacional ou ainda, mesmo quando não foi inteiramente nacional, houve imposição contratual para ToT, ocorreram as maiores oportunidades da materialização do desenvolvimento efetivo de equipamentos e sistemas nacionais.

No capítulo 3 serão apresentadas as etapas do ciclo de domínio de tecnologias discorrendo sobre as etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa envolvidas no ciclo de domínio de tecnologias. Ao final deste capítulo poderemos concluir que um país que não desenvolve nem produz seus próprios equipamentos de defesa delega sua estratégia a outros e se torna vulnerável em situações de instabilidade (Almeida Pinto et al., 2004). Uma defesa robusta requer projetos bem estruturados e independência na

produção de equipamentos militares. Importar navios de guerra pode ser uma solução temporária, mas não substitui a necessidade de um projeto nacional. Projetos de engenharia locais mostram-se cruciais no tortuoso caminho para se atingir o fortalecimento da defesa e do desenvolvimento nacional pleno.

No capítulo 4 serão apresentados os primeiros movimentos em favor dos processos de nacionalização assim como o enfrentamento dos grandes desafios impostos pelos processos licitatórios com os riscos financeiros e prazos associados. Discutiremos ainda a relevância dos processos de nacionalização para as atividades de Apoio Logístico Integrado (ALI). Serão também apresentadas as vulnerabilidades recorrentes associadas aos processos de nacionalização que permearam os tempos passando pelos “anos dourados” dos processos de nacionalização até o seu apogeu e subsequente declínio com retomada a partir do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do programa das Fragatas Classe Tamandaré. Ao final deste capítulo depreenderemos que: o sucesso em programas de nacionalização requer o acúmulo de conhecimento e experiência em cada fase, sustentando o crescimento econômico subsequente e evitando estagnação; a colaboração com o setor civil é vital para criar um complexo técnico-científico-militar, fortalecendo a autossuficiência e impulsionando o desenvolvimento econômico e tecnológico; a execução eficaz de contratos depende de bases bem estabelecidas e escolhas adequadas dos licitantes; para desenvolver uma indústria de defesa, é necessário um fluxo contínuo de demandas e projetos nacionais; e a participação do setor técnico-científico é crucial para maximizar ganhos e reduzir dependências.

No capítulo 5 será apresentada a representação esquemática dos sistemas de propulsão das CCI/CCB e FCT, seguida pela evidenciação da relevância dos principais componentes do sistema a luz da contribuição estratégica para o conteúdo local. Será realizada uma análise comparativa entre os projetos quanto aos processos de nacionalização associados aos componentes mais relevantes do sistema de propulsão, seguida de conclusões parciais.

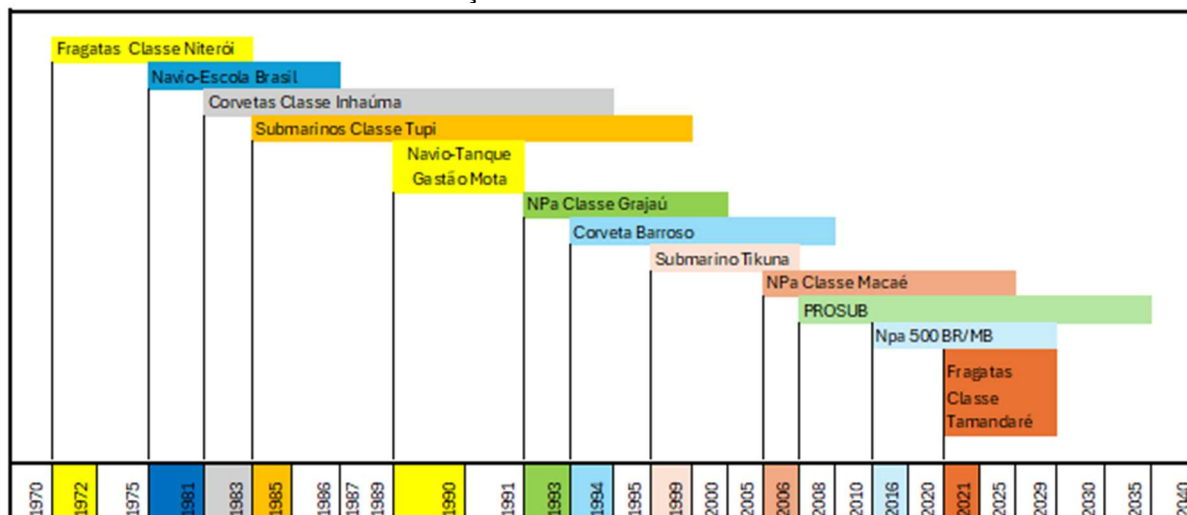
No capítulo 6 serão apresentadas as conclusões finais e a proposição de ações que visem sustentar e/ou incrementar a participação da indústria nacional de defesa em projetos estratégicos da MB.

2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CONSTRUÇÃO NAVAL MILITAR BRASILEIRA

Para melhor compreendermos os caminhos que nos conduziram ao atual estágio das políticas de incentivo para a participação da indústria nacional nos projetos de navios militares brasileiros, faz-se importante realizar, sumariamente, um retrospecto histórico dos últimos 50 anos da construção naval militar brasileira, sob a perspectiva das oportunidades de ToT em projeto e dos processos de nacionalização de equipamentos e sistemas decorrentes desses projetos que representaram os movimentos precursores da formação da nossa BID. Ao final deste capítulo poderemos constatar fortes indícios de que em programas de obtenção de meios onde o projeto foi inteiramente nacional ou ainda, mesmo quando não foi inteiramente nacional, mas existiu imposição contratual para ToT, ocorreram as maiores oportunidades que se materializaram no desenvolvimento de equipamentos e sistemas nacionais.

A figura 1 representa a linha do tempo, ao longo dos últimos 50 anos, envolvendo os mais relevantes projetos e construções de navios militares brasileiros.

FIGURA 1 – Últimos 50 anos da Construção Naval Militar no Brasil



Fonte: O Autor

2.1 FRAGATAS CLASSE “NITERÓI”

O programa de obtenção das Fragatas Classe Niterói (FCN), experiência iniciada na década de 1970, consistiu em um projeto inglês que objetivava a

construção de seis fragatas baseadas no projeto das fragatas Type 21 (classe “Amazon”) (PODER [...], 2023a). A empresa inglesa, Vosper Thornycroft, foi a selecionada para a condução do Programa das FCN. Em virtude das modificações solicitadas pela MB, maiores dimensões e deslocamento que as “Amazon”, em decorrência do armamento e sensores adicionais, o projeto foi rebatizado pela Vosper para projeto Mk.10 (PODER [...], 2023a). Freitas (2006) narra em seu artigo que as seis fragatas foram projetadas e seriam inicialmente todas construídas na Inglaterra, pela Vosper. Em decorrência da indisponibilidade da empresa inglesa, apenas quatro dos seis navios foram construídos na Inglaterra. A quinta e a sexta fragata, *Independência e União*, foram construídas em solo brasileiro, no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), com planos, especificações, materiais, treinamento e serviços do estaleiro-líder fornecidos pela Vosper. Avalia Freitas (2014) que, apesar da construção de duas fragatas no AMRJ ter sido uma oportunidade de algum processo de ToT aplicado a construção de navios militares em solo brasileiro, o programa de obtenção das FCN ainda foi muito incipiente quanto a algum domínio relevante de tecnologias. Em sua obra Freitas (2014), apresenta a sua percepção de que o processo de obtenção das fragatas classe “Niterói” não se demonstrou com o propósito de reativar a construção e a atividade de projeto nacional de navios militares, haja visto que além da aquisição do projeto no exterior, sistemas, equipamentos e materiais, e até mesmo o aço utilizado na fabricação do casco, foram importados.

A despeito do baixo conteúdo nacional, as fragatas classe ‘Niterói’ representaram um avanço tecnológico de três décadas em relação aos navios que possuíamos, colocando a MB entre as mais avançadas do mundo (PODER [...], 2023a).

A incorporação das modernas fragatas classe “Niterói” na MB ao cabo dos anos 70 despertou a atenção da imprensa internacional. Os navios foram objeto de numerosas matérias elogiosas e conquistaram espaço de destaque em obras especializadas, como o livro *Modern Naval Combat, de 1986* (PODER [...], 2023a).

Mesmo com incipiente ToT proporcionada pela construção das fragatas *Independência e União* no Brasil, pode-se considerar que este foi um dos principais eventos que atuaram como precursor, possibilitando que, anos mais tarde, o projeto e construção do Navio-Escola “Brasil” e das CCI (PODER [...], 2023a).

A partir da experiência do programa das FCN, a MB seguiu determinada a que os projetos de seus meios navais fossem desenvolvidos no Brasil, com o mais alto

grau de conteúdo nacional possível (Freitas, 2014). Os Programas de Reaparelhamento da Marinha (PRM) em 1977 e depois em 2007 foram importantes marcos históricos para este desenvolvimento (Sales, 2015). Gráfico 1.

No contexto desenvolvimentista do final da década de 1970, a MB deu início, no início dos anos 80, aos projetos de concepção e preliminar do Navio-Escola “Brasil” e das CCI, parcialmente sobrepostos (Freitas, 2014).

2.2 NAVIO-ESCOLA “BRASIL”

O projeto do Navio Escola “Brasil” foi uma oportunidade para a MB realizar, de forma plena, o processo de obtenção, iniciando com os Requisitos do Setor Operativo e percorrendo todas as fases do processo chegando ao ALI, utilizando a sua estrutura administrativa com pessoal orgânico (Freitas, 2014). O Navio-Escola “*Brasil*” – U 27, foi construído pelo AMRJ e projeto pela Diretoria de Engenharia Naval (DEN), tendo sido desenvolvido como decorrência das formas hidrodinâmicas das fragatas classe “Niterói” (PODER [...], 2018). Na percepção de Freitas (2014), o programa de obtenção do Navio-Escola “Brasil” enfrentou enormes desafios que levaram a incorrência de erros e equívocos de projeto, sobretudo por conta da ausência de uma estrutura técnico-gerencial-operativa experiente e competente. Dentre estes equívocos, Freitas (2014) menciona o reaproveitamento das linhas de casco das FCN, aparentemente com a intenção de se ganhar tempo, com a expectativa de aceleração do processo de projeto, que logo se frustrou quando os projetistas se depararam com o desafio de projetar a partir de um navio escolta, com sistemas distintos associados a missão de um Navio-Escola, além de ser destinado a servir a uma tripulação quase duas vezes maior. Freitas (2014) considera que a despeito do elevado custo de obtenção, cerca de 100 milhões de dólares (1988), e decorridos quase oito anos, a empreitada do Navio-Escola “Brasil” foi o primeiro passo de uma importante jornada de uma caminhada tecnológica ainda não empreendida. A participação nacional no programa do Navio-Escola “Brasil”, considerando a produção de equipamentos e serviços, alcançou um índice de nacionalização de 75%, envolvendo o Sistema de Simulação Tática e o Sistema de Instrução Informatizada (Freitas, 2014).

2.3 CORVETAS CLASSE “INHAÚMA”

O projeto das Corvetas Classe Inhaúma (CCI), foi um caso precursor de aproveitamento de oportunidade em ToT voltada à capacitação de pessoal aplicado em projeto. Com o propósito de suprir a falta de experiência em projetos de navios de guerra, engenheiros da empresa alemã Marinetechnik - MTG, especializada em projetos de navios militares de superfície, orientaram e forneceram dados à equipe de projetistas da DEN entre os anos de 1981 e 1982, por ocasião das fases de projeto de concepção e preliminar das CCI (Freitas, 2014).

O redirecionamento de esforços na MB, dos quais o projeto das CCI se beneficiou, decorreu do alinhamento com o PRM, que:

“estabelecia explicitamente o propósito de projetar e construir navios de guerra no Brasil, com um máximo possível de participação de estaleiros e demais indústrias nacionais. Além disso, visava obter a capacidade em projeto e construção de navios de guerra de superfície e submarinos convencionais e, mais tarde, de submarinos nucleares.” (Freitas, 2014, p. 203).

O programa das corvetas classe “Inhaúma” previa a construção de doze modernos navios a partir de um projeto nacional, com alto índice de nacionalização. Devido a recorrentes restrições orçamentárias, o número de navios foi reduzido para apenas quatro (Freitas, 2014).

No que tange aos custos envolvidos na obtenção, Freitas (2014) registra que o custo inicial por navio foi de 110 milhões de dólares (1985), sendo 52% (cerca de 57,2 milhões de dólares) correspondentes aos sistemas de armas e comunicações. Quanto a nacionalização, o índice alcançado, em valores, foi de apenas 6% (3,43 milhões de dólares) para sistemas de armas e comunicações, e alcançando até 70% (36,96 milhões de dólares) para os demais sistemas (Freitas, 2014).

O processo de obtenção das corvetas pode ser considerado como ousado para a sua época, pois envolveu a decisão de realizar todo o projeto da plataforma no Brasil, desde os requisitos operacionais propostos até a avaliação operacional e o apoio logístico. Esta decisão trouxe consigo a determinação de buscar intensamente a participação de firmas nacionais, desde um estaleiro construtor passando por fabricantes de sistemas e equipamentos e fornecedores de serviços. Este empreendimento promoveu uma verdadeira quebra de paradigma onde a Marinha:

“[...] passou do papel de passiva utilizadora de material estrangeiro – que tradicionalmente importava ou recebia, com baixo grau de conhecimento – para o de ativa utilizadora de material nacional e inteligente usuária de material estrangeiro.” (Freitas, 2014, p.138)

Os maiores dispêndios, em moeda nacional, atinentes aos Contratos de obtenção das corvetas ocorreram entre 1985 e 1990. Cabe lembrar que neste mesmo período as inflações anuais no Brasil chegaram a 1863%! As consequências desta altíssima e persistente inflação sobre os contratos do empreendimento foram quase devastadoras, principalmente sobre os contratos de maior risco e complexidade como o da construção junto ao estaleiro Verolme e os de nacionalização de sistemas e equipamentos principais. Em decorrência destes acontecimentos grandes atrasos foram inevitáveis (Freitas, 2014).

2.4 SUBMARINOS CLASSE “TUPI”

Os submarinos da classe “tupi” foram projetados pelo consórcio alemão HDW-Ferrostaal. O programa de construção de submarinos alemães ocorreu entre 1985 e 1999. O contrato firmado com o consórcio alemão previu, além da construção e fornecimento de quatro submarinos convencionais IKL09, ToT para a construção de submarinos no Brasil e treinamento de uma equipe de técnicos e engenheiros em projeto de submarinos, que nos permitiria desenvolver, posteriormente, o primeiro projeto de um submarino nacional, designado SNAC-I. O submarino “Tupi”, primeiro da classe, foi construído na Alemanha, os demais submarinos foram construídos no AMRJ (JÚNIOR, 2010, p.48). O treinamento em projeto de submarinos foi superposto à construção dos dois primeiros submarinos (Freitas, 2014). A construção do primeiro submarino classe “Tupi” na Alemanha serviu como escola, de modo semelhante ao que ocorreu na década de 1970 por ocasião da construção das fragatas classe “Niterói”. De igual forma, adotou-se um método de gestão do programa semelhante ao método das fragatas, mantendo engenheiros no Grupo de Fiscalização e Recebimento de Submarinos na Alemanha (Freitas, 2014, p.178). A equipe selecionada era composta por cerca de oitenta profissionais, entre engenheiros, técnicos e operários, alguns deles remanescentes das fragatas. O grupo foi treinado na HDW entre 1985 e 1987 nas atividades de gerenciamento, planejamento,

fabricação, montagem, inspeções, testes, provas e garantia da qualidade do Submarino “Tupi”. As equipes estavam organizadas em diversas especialidades tais como: estruturas/soldagem, máquinas/redes, eletricidade/eletrônica, controle de qualidade, materiais teste e gerência (Freitas, 2014).

No que tange aos movimentos de nacionalização promovidos a partir do programa de submarinos da década de 1980, a MB inicialmente buscou negociar a nacionalizações de relevante significado técnico ou logístico, que estivessem relacionadas a outras que já estivessem em curso, dentre elas: motores diesel, baterias de propulsão, sistema de controle e monitoração, geradores, quadros e painéis elétricos, cabos elétricos, dentre outros. Após ciclos de negociação e em decorrência de limitação orçamentária, apenas as baterias de propulsão foram consideradas no processo de nacionalização (Freitas, 2014, p.157). Apesar de apenas ter sido incluso o processo de nacionalização de baterias de propulsão, tal fato não se fez menos relevante, a considerar que baterias de submarinos são fabricadas por apenas algumas empresas no Ocidente. Baterias de propulsão para submarinos são itens estratégicos e sem elas submarinos convencionais tornam-se inoperantes (Freitas, 2014).

2.5 NAVIO-TANQUE “GASTÃO MOTA”

O Navio-Tanque “Gastão Mota” foi projetado e construído pela empresa Ishikawajima do Brasil Estaleiros S/A, com supervisão da DEN. O valor do contrato firmado foi de 35 milhões de dólares da época e prazo de 27 meses, com 85% do montante contratual financiado pelo BNDES (Freitas, 2014). O período de projeto e construção se deu entre 1990 e 1991. A demanda por um novo Navio-Tanque para a MB adveio da necessidade de substituir o Navio-Tanque “Marajó” em razão deste apresentar limitações de velocidade (Freitas, 2014, p. 144). Antes que fosse dado o passo na direção da obtenção de um novo navio baseado em um projeto que atendesse plenamente aos Requisitos Operacionais da Marinha, foram realizadas investigações técnicas associadas a conversão de navios mercantes, o que foi posteriormente abandonado face aos elevados custos (Freitas, 2014, p. 144).

Para fazer frente a necessidade ainda persistente da disponibilidade de um Navio-Tanque, foi determinada à DEN que elaborasse a documentação necessária para a

realização da licitação de um Navio-Tanque a partir de Requisitos Operacionais apresentados pela MB. Cerca de um ano e meio após iniciados os trabalhos da DEN, o processo licitatório foi concluído sendo adjudicada a empresa Ishibras (Freitas, 2014, p. 145). As principais vantagens que foram consideradas pela MB na tomada de decisão pela construção de um novo navio em detrimento da conversão de um navio existente foram a maior vida útil e custos operacionais muito menores para o meio (Freitas, 2014, p. 145).

O projeto do Navio-Tanque “Gastão Mota” em muito se assemelha ao projeto de um navio mercante, exceto pelo requisito que estabelece o compromisso entre a manutenção da estabilidade direcional versus a necessidade de boa manobrabilidade adicionado do sistema de transferência de reabastecimento no mar, que se assemelha ao sistema de combate em um navio de guerra. A baixa complexidade do projeto permitiu que a DEN licitasse o projeto e construção diretamente a estaleiros nacionais, dedicando-se de forma cuidadosa sobre as etapas da garantia da qualidade.

2.6 NAVIO PATRULHA CLASSE “GRAJAÚ”

Os Navios Patrulha classe “Grajaú” foram construídos a partir do projeto Vosper-Singapura, com a construção de seis navios em estaleiros nacionais e outros seis navios no estaleiro alemão Peene Werft (JUNIOR, 2010, p.64). Esse projeto não só impulsionou a construção de navios militares em estaleiros privados, mas também possibilitou a exportação de um navio de patrulha dessa classe para a Marinha da Namíbia, por meio de uma parceria entre a EMGEPRON e o estaleiro INACE. (JUNIOR, 2010, p.58). “Em 16 de janeiro de 2009, o Navio Patrulha (NP) “Brendan Simbwaye”, da classe “Grajaú”, foi entregue à Marinha namibiana, no estaleiro INACE, em Fortaleza” (DINIZ, 2019, p.40).

2.7 CORVETA “BARROSO”

O projeto da Corveta Barroso foi desenvolvido pela DEN e construído no AMRJ. Devido a muitos problemas de cortes e restrições orçamentárias a construção do navio se estendeu por 14 anos, entre 1994 e 2008. (PEREIRA, 2019, p.58)

A corveta “Barroso” é um marco pioneiro como o primeiro navio de guerra totalmente concebido e construído no Brasil, sem ser um protótipo, tendo sido um projeto derivado das corvetas classe “Inhaúma”, que não tiveram oportunidade de aprimoramentos ou melhorias resultantes de avaliações de engenharia nem a reformulação de requisitos impostos pelo setor operativo (Freitas, 2014).

No desenvolvimento do projeto da corveta “Barroso”, a MB já não dispunha mais de alguns engenheiros-chave que contribuíram para o projeto da classe “Inhaúma”. No entanto, mesmo com essa lacuna, foi viável capitalizar a experiência adquirida no projeto e na avaliação de engenharia das corvetas “protótipo”, permitindo a incorporação de equipamentos e sistemas nacionalizados, com a oportunidade de modernização de alguns deles, tais como o sistema de controle e monitoramento da propulsão e auxiliares. Em contrapartida, ocorreram alguns retrocessos, visto que certos equipamentos, como os hélices de passo variável, que anteriormente eram produzidos nacionalmente, foram adquiridos diretamente do exterior, em razão da inviabilidade econômica de fabricá-los para um único navio. Um ganho real foi observado a partir do emprego já aprimorado das especificações técnicas e formulação de contratos ao longo do processo das corvetas “Inhaúma”. O longo tempo decorrido entre as constantes restrições orçamentárias acabaram por reduzir os benefícios esperados para o primeiro navio de guerra não protótipo da MB (Freitas, 2014).

2.8 SUBMARINO “TIKUNA”

O submarino Tikuna consistiu em um projeto que reuniu aprimoramentos em relação aos submarinos da classe “Tupi”. Sua construção se deu no AMRJ entre os anos de 1998 e 2006. Dentre os aprimoramentos tecnológicos aplicados ao projeto, pode-se destacar a redução do nível de ruído interno, assim como a otimização do tempo para recarga das baterias de propulsão. (PEREIRA, 2019, p.59)

2.9 NAVIO PATRULHA CLASSE “MACAÉ”

O projeto dos navios patrulha classe “Macaé” é baseado no projeto do Navio-Patrulha francês Classe Vigilante 400 CL54 do estaleiro “Constructions Mécaniques de Normandie” (CMN). Os dois primeiros navios, Macaé e Macau, foram construídos pelo estaleiro Indústria Naval do Ceará S.A. (INACE), em Fortaleza-CE, por meio de um Contrato de ToT e Assessoria Técnica com o estaleiro (CMN) (DEFESA [...], 2012). O custo unitário destes dois primeiros navios foi R\$ 65 milhões de Reais, e foi alcançado um índice de nacionalização de aproximadamente 60% (JUNIOR, 2010, p.52).

Na sequência dos dois primeiros navios foram encomendadas mais cinco unidades ao Estaleiro Ilha SA (EISA). Em 2016, a construção dos cinco navios-patrulha foi suspensa em decorrência de dificuldades financeiras enfrentadas pelo estaleiro EISA que culminaram com um pedido de recuperação judicial (DEFESA [...], 2015). Após a suspensão das obras no estaleiro EISA por motivo de falência, os casos inacabados foram transportados para o AMRJ. O navio-patrulha “Maracanã” foi finalizado pelo AMRJ e entregue ao setor Operativo em 2022. O quarto navio da classe, “Mangaratiba”, segue em construção no AMRJ (PODER [...], 2023b).

2.10 PROSUB

O PROSUB teve origem na assinatura de um acordo de cooperação militar entre Brasil e França, com o intuito de estabelecer um programa dedicado ao desenvolvimento de submarinos. O acordo foi firmado em 23 de dezembro de 2008, pelos então presidentes do Brasil e da França, Luís Inácio Lula da Silva e Nicolas Sarkozy, respectivamente. O PROSUB está orçado em R\$ 37,1 bilhões de reais possui previsão de conclusão em 2034 (MUNIZ, 2021, p.33).

O PROSUB planeja a fabricação de quatro submarinos com propulsão diesel-elétrica (S-BR) e um submarino com propulsão nuclear (SN-BR) em solo brasileiro, sendo este último o foco central do Programa. Além disso, contempla a construção de uma base e um estaleiro naval, ambos capacitados para construir, manter e apoiar os submarinos, enquanto promove o desenvolvimento da indústria de defesa brasileira. O acordo se fundamenta em três princípios fundamentais: ToT, com exceção da

tecnologia nuclear, nacionalização de produtos e capacitação de pessoal. (MUNIZ, 2021, p.34)

No PROSUB, o processo de ToT ocorre por meio do aprimoramento do pessoal das empresas brasileiras, por meio de treinamentos realizados tanto no Brasil quanto na França, abordando diretamente as áreas de trabalho específicas, na modalidade “On the job training” (OJT). Mais de 40 empresas brasileiras estão envolvidas em 69 projetos de nacionalização selecionados no contexto do PROSUB (MUNIZ, 2021, p. 42). As principais tecnologias utilizadas no PROSUB têm aplicação dual, o que significa que podem ser empregadas em diferentes setores da indústria (PROSUB [...], 2019b).

O PROSUB é notável por representar o mais amplo programa de desenvolvimento industrial e tecnológico no setor de defesa do Brasil até o momento. (MUNIZ, 2021, p. 35).

2.11 NAVIO PATRULHA 500 TON BR

O Projeto do Navio Patrulha, NPa 500 BR, foi contratado ao Centro de Projetos de Navios **(CPN)** pela **EMGEPRON no ano de 2016**. Este projeto é inteiramente nacional, e constitui-se em uma excelente oportunidade para recomençar, passo-a-passo, a restauração da capacidade autóctone de projetos e construção naval militar (DEFESA [...], 2016).

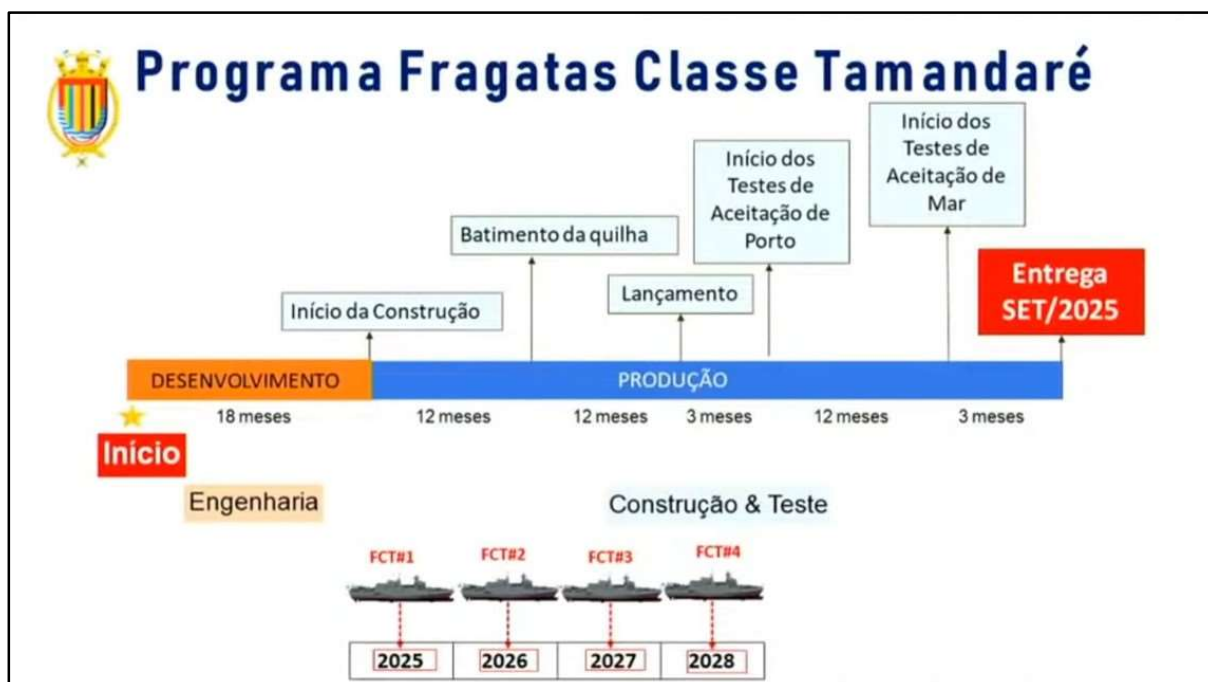
No que tange as iniciativas voltadas para a nacionalização do projeto, a EMGEPRON vem conduzindo reuniões junto a Câmara de Nacionalização para os Programas Estratégicos da Marinha, visando o incremento da participação da indústria nacional. O fato de que o NPa 500 é um navio de guerra de menor complexidade do que uma fragata permitirá ao projeto atingir satisfatórios índices de conteúdo local. A atual etapa do projeto é bastante propícia para que se façam ajustes de modo que o projeto seja voltado para nossa BID. Considerando a possibilidade de o projeto valer-se do arrasto tecnológico do setor de petróleo e gás, é possível que se estabeleça uma relação “ganha-ganha” onde a indústria do petróleo seja complementada pela indústria de defesa e esta, se valha do que for de melhor a partir da indústria do petróleo (PORTOS [...], 2023).

2.12 FRAGATAS CLASSE “TAMANDARÉ”

O Programa das Fragatas Classe “Tamandaré” está apoiado num contrato firmado entre a MB e o consórcio Águas Azuis, formado pela empresa alemã ThyssenKrupp Marine System, associada as empresas brasileiras Atech e Embraer Defesa e Segurança. O contrato foi formalizado em março de 2020 e visa a aquisição de quatro fragatas, cujo projeto de referência adotado foi o projeto da fragata “Meko A100”, da ThyssenKrupp, com alterações, que estão sendo construídas nos estaleiros Oceana, em Itajaí – Santa Catarina. O custo total do contrato é de R\$ 9,1 bilhões. Os navios serão fabricados com uma significativa porcentagem de componentes nacionais, abrangendo a gestão do conhecimento e o subsequente processo de ToT, juntamente com a implementação da gestão do ciclo de vida. Isso estabelecerá um novo modelo de manutenção e progresso do conhecimento para a (MB SINAVAL [...], 2021). A primeira fragata terá cerca de 32% de índice de nacionalização. Os demais navios terão índices previstos em 41,5% (PODER [...], 2020).

A figura a seguir apresenta o cronograma do contrato contemplando as fases de desenvolvimento e produção com a entrega da primeira fragata prevista para 2025 e da última para 2028.

FIGURA 2 – Cronograma do Contrato das Fragatas Classe Tamandaré



Fonte: Poder Naval – Alexandre Galante

Disponível em: <http://sinaval.org.br/wp-content/uploads/Programa-de-Fragatas-Classe-Tamandar%C3%A9.jpg>. Acesso em: 24 mai. 2024

O contrato abrange extensivas cláusulas referentes a compensações comerciais e ToT em todas as etapas e setores (PODER [...], 2020).

2.13 CONCLUSÕES PARCIAIS

Após percorrermos os últimos 50 anos de histórico da construção naval militar brasileira constatamos que, a partir do ponto de vista das oportunidades de ToT em projeto e dos processos de nacionalização de equipamentos e sistemas, os programas de construção mais bem-sucedidos foram o do Navio Escola Brasil, das CCI, do Navio-tanque Gastão Mota e o da CCB. Nestes programas foram atingidos consideráveis índices de nacionalização de equipamentos e sistemas, o que pode ser atribuído ao fato de que estes projetos foram genuinamente nacionais. Em menor escala de sucesso, sob o ponto de vista dos índices de nacionalização, seguem os projetos das Fragatas classe Niterói, dos Submarinos classe Tupi, dos Navios-patrolha classe Grajaú, do Submarino Tikuna, dos Navio-Patrolha classe Macaé, PROSUB – Submarinos classe Riachuelo e das Fragatas classe Tamandaré. Estes projetos podem ser considerados menos bem-sucedidos, comparativamente aos previamente mencionados, em decorrência de que são projetos estrangeiros que em sua essência privilegiaram as tecnologias desenvolvidas nos seus países de origem tanto para equipamentos como para sistemas. Os processos de nacionalização de materiais, equipamentos e sistemas envolvidos nestes projetos se deram por força contratual e não por decorrência natural de seleção durante as fases de projeto. Cabe uma ressalva no caso específico do PROSUB – Submarinos classe Riachuelo que representaram um avanço em comparação aos submarinos classe Tupi com um maior número de materiais, equipamentos e sistemas com maior participação da indústria nacional. As Fragatas classe Tamandaré, apesar de possuírem cláusulas contratuais que impõem índices de nacionalização da ordem de 40%, sugerem ainda não representar um efetivo avanço em tecnologias autóctones quando comparada a projetos como o do Navio-Escola Brasil, das CCI e do Navio-Tanque Gastão Mota. Por fim, o Navio-patrolha de 500 Ton BR se apresenta com um projeto promissor sob o ponto de vista de emprego de tecnologias autóctones. Por ser um projeto inteiramente nacional, amparado por políticas de desenvolvimento da BID, como a câmara de nacionalização, tem-se grande expectativa de que não somente serão

alcançados elevados índices de nacionalização, mas também materiais, equipamentos e sistemas relevantes serão considerados neste processo de nacionalização.

3 O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E O DOMÍNIO DE TECNOLOGIAS

A ciência e a tecnologia estão presentes em todas as áreas da atividade humana, através dos resultados de pesquisas e desenvolvimento experimental de materiais, equipamentos, sistemas, terapias, armas, alimentos e muito mais. Historicamente, as inovações tecnológicas militares têm sido impulsionadas por pesquisas científicas, tanto básicas quanto aplicadas, que geram conhecimentos aplicáveis a desenvolvimentos experimentais com aplicações civis. Esse cruzamento entre ciência e tecnologia tem impulsionado projetos que, desde o início, têm uma abordagem dual, combinando aspectos civis e militares, e criando um ambiente propício para a capacitação de recursos provenientes de fontes não especificamente destinadas ao desenvolvimento militar (Almeida Pinto et al., 2004, p.192)

A capacidade de desenvolvimento autóctone de um projeto de engenharia é fundamental para o avanço tecnológico e a soberania de um país.

O desenvolvimento em ciência e tecnologia está no centro do desenvolvimento econômico, social e militar e condiciona os conceitos de soberania e defesa. (Almeida Pinto et al., 2004 p.168)

Considerando a relevância da temática de projeto relacionada ao domínio da inovação tecnológica, neste capítulo, serão abordadas as diferentes fases de um projeto de engenharia, bem como os conceitos associados a estas fases, buscando evidenciar a relação de causa-efeito que se estabelece a partir da aquisição da capacidade de gestão plena do ciclo de projeto com vistas a atingir o domínio da inovação tecnológica. Em adição, será discutida a importância da gestão da alteração de requisitos e seus impactos no projeto, o papel do ALI no projeto de navios militares e os efeitos danosos sobre a capacitação em projeto autóctone provocados pela aquisição de navios por oportunidade.

3.1 O DOMÍNIO DO PROJETO IMPULSIONANDO OS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO

Projeto e inovação tecnológica estão intrinsecamente ligados. Não há inovação tecnológica sem planejamento. Projeto e inovação tecnológica não apenas geram novas ideias, mas também as multiplicam. Um país que não investe em criação e multiplicação está fadado ao atraso, independentemente da abundância de seus recursos naturais (Freitas, 2014).

Países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão são exemplos de nações bem-sucedidas em seus processos de autossuficiência tecnológica. A chave para o sucesso destas duas nações foi o investimento em projeto e inovação tecnológica. Os Estados Unidos são um exemplo de um país que mantém sua soberania e possui uma presença significativa no cenário internacional por meio de seu investimento em ciência e tecnologia que corresponde a quase metade do esforço global e a mais da metade quando se trata de aplicações militares. A predominância mundial dos EUA se baseia, entre outros fatores, em seu claro diferencial tecnológico (Almeida Pinto et al., 2004, p.228). No caso específico do Japão, o processo se iniciou com importações e cópias até que rapidamente se passou a projetar e inovar. Para países em desenvolvimento, a ênfase muitas vezes recai apenas na produção, apoio e operação, enquanto projeto e inovação são considerados secundários ou supérfluos. No caso do Brasil, após séculos de exploração colonial e atrasos econômicos, “é crucial não negligenciar o papel fundamental do projeto e da inovação tecnológica” (Freitas, 2014, p. 134).

O desenvolvimento só é possível se rompermos com a dependência tecnológica. Isso significa recusar aceitar as desigualdades de poder no sistema global como algo imutável. Em outras palavras, nossa política de defesa está intrinsecamente ligada a uma política de ciência e tecnologia que visa a emancipação do país e o desenvolvimento industrial. Não podemos ter uma política industrial sem antes estabelecer uma política de ciência e tecnologia, ambas fundamentadas em uma abordagem externa que priorize o interesse nacional (Almeida Pinto et al., 2004).

A rápida evolução do futuro nos exige planejar e simular, considerando todos os cenários possíveis, antes de iniciar qualquer projeto concreto. Além do planejamento, é essencial o eficiente gerenciamento de um projeto (Almeida Pinto et al., 2004, p.251). Planejamento e gerenciamento são elementos essenciais para a

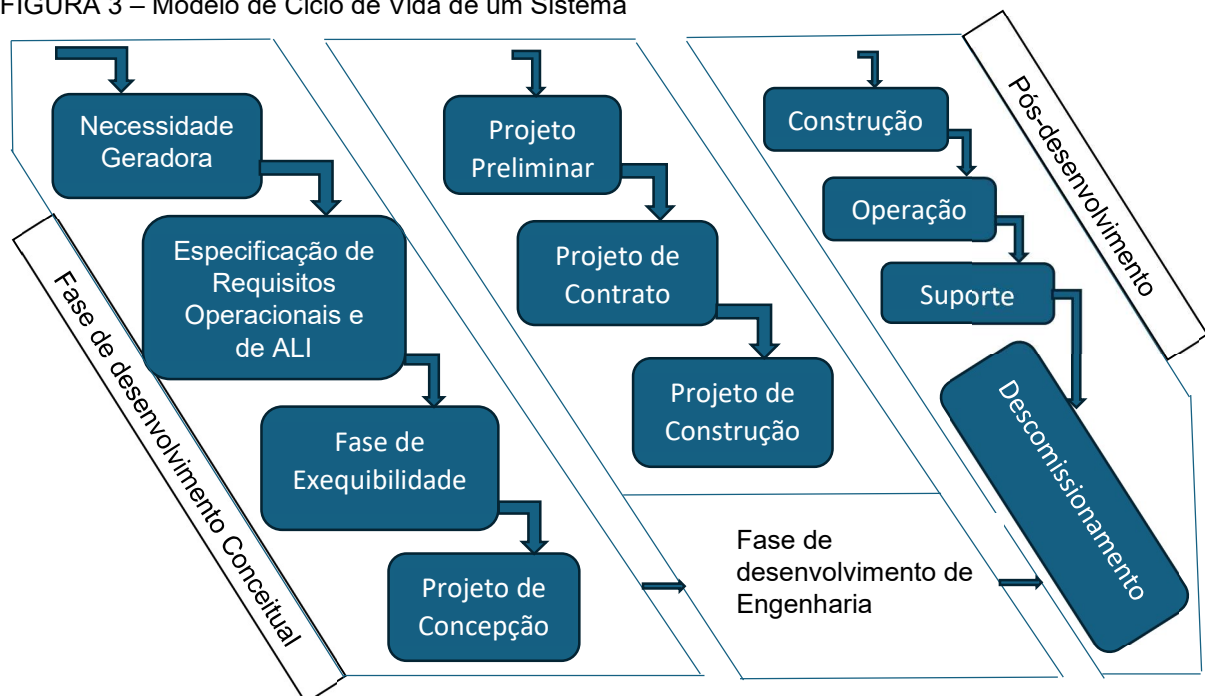
governança de custos e prazos. O custo de um projeto é pouco significativo quando consideramos seu valor, especialmente em comparação com os custos totais de produção, operação e manutenção. A partir desta constatação, não se deve negligenciar o planejamento da execução de um projeto, sob o argumento de que custos e tempos envolvidos neste planejamento são entraves para a execução do próprio projeto. O tempo dedicado ao planejamento de um projeto é crucial para evitar a ocorrência de atrasos persistentes que têm sido uma característica presente em nossa história (Freitas, 2014).

3.2 A GESTÃO DE UM CICLO DE PROJETO

De acordo com Kossiakoff (2011), um projeto é subdividido em seis estágios básicos, a saber: desenvolvimento conceitual, desenvolvimento de engenharia, produção (construção), operação, suporte, descomissionamento. Para esta subdivisão, usualmente associada à evolução gradual de um novo sistema, atribui-se a denominação do termo “ciclo de vida de um sistema”.

A figura a seguir apresenta o modelo de ciclo de vida de um sistema e sua subdivisão em fases.

FIGURA 3 – Modelo de Ciclo de Vida de um Sistema



Fonte: KOSSIAKOFF, 2011, p. 72.

Adaptado pelo autor.

Para conduzir de forma coordenada e eficiente os estágios de um projeto, se apresenta a engenharia de sistemas. A engenharia de sistemas consiste na aplicação de esforços científicos e de engenharia para transformar uma necessidade operacional em uma descrição dos parâmetros de desempenho do sistema e uma configuração do sistema por meio do uso de um processo iterativo de definição, síntese, análise, projeto, teste e avaliação (Kossiakoff, 2011).

As duas primeiras etapas do ciclo de vida se concentram na **fase do desenvolvimento do sistema (conceitual + engenharia)**, enquanto a terceira abrange a **fase do pós-desenvolvimento**. Essas etapas representam as transições fundamentais no ciclo de vida do sistema e refletem as mudanças no tipo e no escopo do trabalho envolvido na engenharia de sistemas.

3.2.1 Fase de Desenvolvimento Conceitual

A fase de **desenvolvimento conceitual** é a etapa inicial de formulação e definição de um conceito de sistema que melhor atende a uma necessidade válida (Kossiakoff, 2011). Dentro da fase de desenvolvimento conceitual de um projeto, a necessidade geradora é o ponto de partida sendo definida a partir do que precisa ser concretizado. A partir do processamento da necessidade geradora, várias etapas são seguidas até que se alcance uma especificação inicial dos requisitos operacionais e logísticos necessários para satisfazer a essa necessidade, bem como previsões iniciais de custo (FREITAS, 2014). De acordo com WALDEN et al. (2023), projetos bem-sucedidos são aqueles que atendem às expectativas reais dos stakeholders, conforme expressas por meio de suas necessidades e requisitos ao longo do ciclo de vida do sistema. Um stakeholder é qualquer entidade, seja individual ou organizacional, que tenha um interesse legítimo no sistema. Eles estão presentes em todos os níveis da organização e da arquitetura do sistema. O processo de Definição das Necessidades e Requisitos dos Stakeholders tem como foco a elaboração dos conceitos preliminares do ciclo de vida, a transformação desses conceitos em necessidades dos stakeholders e a subsequente transformação dessas necessidades em requisitos dos stakeholders. As atividades nesse processo são guiadas e limitadas pelos conceitos preliminares do ciclo de vida, pelas necessidades e requisitos do

empreendimento, e pelas medidas críticas de sucesso do empreendimento, que são desenvolvidas durante o processo de Análise do Empreendimento ou Missão.

O projeto de concepção aborda a criação de diferentes alternativas de produtos que atendam aos requisitos operacionais definidos, estabelecendo critérios de avaliação para analisá-las e encaminhando as mais promissoras ao setor operativo. Em seguida, o setor operativo e o departamento de projetos passam por ciclos interativos nos quais as especificações das capacidades operacionais e de suporte logístico são revisadas, assim como o próprio projeto de concepção, até chegarem a uma configuração considerada viável. (Freitas, 2014).

WALDEN et al. (2023) apresenta que a etapa de concepção envolve pesquisa exploratória e inicia-se com a identificação da necessidade de uma nova ou modificada capacidade de missão ou de negócio. Caso a solução não esteja imediatamente disponível, o que é o primeiro aspecto a ser analisado, torna-se necessário buscar novas soluções potenciais. A exploração deve considerar fatores de curto e longo prazo, incluindo aspectos técnicos, econômicos, de mercado e de recursos, como os recursos humanos. É essencial que o problema seja claramente definido (seja um problema existente ou uma nova oportunidade), que o espaço de solução seja caracterizado, e que os requisitos de negócio ou missão, bem como as necessidades e requisitos dos stakeholders, sejam identificados. A partir dessas informações, pode-se estimar o custo, cronograma e desempenho ao longo do ciclo de vida do sistema. Durante a etapa de concepção, a avaliação e gestão contínuas e robustas dos riscos são cruciais. A etapa de concepção, vale ressaltar, é uma parte especialmente crítica do ciclo de vida do sistema, pois as decisões tomadas nesse momento moldarão, com crescente dificuldade de mudança, as possibilidades para todas as etapas subsequentes. Prever as possibilidades de soluções ainda não testadas é desafiador, mas essas soluções podem oferecer os maiores benefícios a longo prazo. Por outro lado, é comum cair na armadilha de prever apenas mudanças incrementais baseadas no que funcionou no passado e é usado atualmente, o que pode significativamente limitar as possibilidades futuras.

3.2.2 Fase de Desenvolvimento de Engenharia

A fase de **desenvolvimento de engenharia** envolve a transformação do conceito de sistema em um design físico validado que cumpra os requisitos operacionais, de custo e cronograma.

A fase de **projeto preliminar** inicia-se após a conclusão do último ciclo do projeto de concepção. Esta etapa implica um aprofundamento do projeto de concepção e é constituída por diversos ciclos que se assemelham aos do projeto de concepção, mas com uma participação mais intensa do setor operativo. Essa fase pode ser vista como uma continuação do projeto de concepção e envolve a especificação e contratação de alguns ou de todos os sistemas e equipamentos principais, particularmente aqueles que requerem um longo prazo de entrega (Freitas, 2014). O processo de revisões cíclicas interativas do projeto de concepção demanda um esforço significativo dos altos escalões da Administração Naval, do Setor Operativo e do escritório de projetos envolvido. Todas essas atividades são iniciadas logo no começo de um empreendimento que se estenderá por vários anos, consumindo recursos substanciais e atendendo a necessidades que perdurarão por várias décadas (Freitas, 2014).

Para assegurar a solidez de um **projeto de contrato**, não é suficiente apenas definir requisitos contratuais para garantir sua consistência. É essencial que existam cláusulas contratuais vinculando-os diretamente a eventos de pagamento. A criação de documentação de ALI adequada depende criticamente dessa ligação, a menos que se trate de contratantes com poder de compra alto e constante, situação que não se aplica a MB. Seria ilusório esperar que a documentação desejada seja obtida apenas por meio de especificações genéricas de requisitos contratuais e eventos de pagamento, mesmo que isso possa acontecer em ocasiões isoladas (Freitas, 2014).

3.2.3 Fase Pós-desenvolvimento

A **fase pós-desenvolvimento** inclui a produção/construção, implantação, operação e suporte contínuo do sistema durante sua vida útil (Kossiakoff, 2011).

A **etapa de produção/construção** inicia-se com a autorização para converter as linhas de base da fase de desenvolvimento em um sistema tangível, ou nas partes

do Sistema de Interesse que foram aprovadas (o que é comum em sistemas complexos). Essa aprovação abrange os sistemas habilitadores e deve cobrir todas as áreas da linha de base. Durante esta fase, o Sistema de Interesse é materializado, qualificado para uso e preparado para instalação e transição para a fase de utilização. Os resultados desta etapa incluem as partes implementadas do Sistema de Interesse juntamente com seus sistemas habilitadores) e a documentação necessária para as fases de utilização, suporte e descomissionamento (Walden et al., 2023). O projeto de construção gera os componentes essenciais para que os setores de produção, apoio logístico e garantia de qualidade possam iniciar ou prosseguir suas atividades (Freitas, 2014).

O início da **etapa de operação** ocorre quando há a transição para a utilização do sistema, ou partes dele, que foram aprovadas para uso. Isso inclui a implementação de quaisquer sistemas auxiliares necessários para suportar o uso do sistema no ambiente pretendido, a fim de fornecer os recursos desejados. Durante a fase de operação, são feitas frequentes alterações no “produto”, que geralmente é mais extensa do que as outras fases. Essas mudanças podem corrigir falhas, aprimorar as capacidades ou até mesmo estender a vida útil do sistema. É muito importante manter a documentação das etapas anteriores ao longo do processo, além de garantir a aplicação robusta dos processos de gerenciamento técnico, como o gerenciamento de configuração e de riscos, e o suporte dos Engenheiros de Sistemas. A etapa de operação ocorre simultaneamente com a etapa de suporte e chega ao fim, possivelmente de forma gradual para diferentes partes da Solução de Interesse, com a etapa de descomissionamento (Walden et al., 2023).

A **etapa de suporte** inicia-se com a assistência para a utilização do Sistema de Interesse. Frequentemente, medidas de planejamento e obtenção de suporte são implementadas antes do início da operação. Durante este período, problemas e defeitos são registrados e servem de fundamento para correções ou para fundamentar alterações evolutivas. Sugestões de mudanças podem ser feitas para solucionar dificuldades de suporte, diminuir despesas operacionais ou estender a duração operacional de um sistema. Tais alterações requerem análises de Engenharia de Sistemas para prevenir a redução das funcionalidades do sistema ou o descumprimento de exigências de desempenho. O ciclo de suporte conclui quando se decide que o sistema alcançou o término de seu ciclo de vida ou que não deve continuar recebendo suporte (Walden et al., 2023).

A **etapa de descomissionamento** é aquela em que o sistema, ou parte dele, e seus serviços associados são descontinuados. Nesta etapa, as tarefas da Engenharia de Sistemas são focadas em cumprir os requisitos de descarte, que podem ser complexos. É também essencial assegurar que a documentação produzida, especialmente nas etapas de operação e suporte, seja preservada. Esses dados podem ser extremamente valiosos caso se perceba posteriormente a necessidade de um novo sistema. A estratégia para o descomissionamento é integrada à definição do sistema nas etapas iniciais de design e desenvolvimento. A história tem mostrado as consequências de não planejar o descomissionamento desde o princípio. No começo do século XXI, diversos países modificaram suas legislações para atribuir ao criador de um Sistema de Interesse a responsabilidade pelo descarte correto do sistema ao fim de sua vida útil (Walden et al., 2023).

3.3 AS FASES DE PROJETO NO PROGRAMA DAS CCI

O projeto das Corvetas classe Inhaúma pode ser considerado um caso concreto onde percorremos todas as fases do projeto, com a oportunidade de desenvolvimento de tecnologias e sistemas a partir da engenharia nacional. De acordo com os registros históricos do projeto, transcorreram-se doze anos desde a definição dos Requisitos Operacionais do navio (1978) até a entrega da primeira corveta ao setor operativo da MB (1990). O longo período transcorrido revelou a complexidade do processo e a curva de aprendizado da MB associada ao projeto de embarcações militares.

Na fase de desenvolvimento, a DEN levou mais de quatro anos para conduzir os projetos de concepção e preliminar. Na fase pós-desenvolvimento, o AMRJ levou mais seis anos para conduzir a construção, testes e avaliações. Durante a fase de desenvolvimento conceitual e de desenvolvimento de engenharia, a DEN adquiriu 25 sistemas e equipamentos principais, cujas especificações técnicas foram cruciais para o projeto das corvetas, visando assegurar desempenho, qualidade, suporte e nacionalização. Graças ao direcionamento de esforços voltados ao desenvolvimento de um projeto autóctone, foram adquiridas e desenvolvidas aplicações de técnicas avançadas de engenharia naval, como vibração, choque e ruído, essenciais para

navios de guerra, e posteriormente, técnicas para redução da assinatura radar e infravermelha (Freitas, 2014).

Em paralelo ao desenvolvimento do projeto, iniciou-se a garantia de qualidade para a construção das corvetas no AMRJ, tendo sido organizada uma licitação de duas unidades em estaleiros nacionais enquanto seguia a nacionalização de sistemas e equipamentos (Freitas, 2014).

O projeto das corvetas classe Inhaúma pode ser considerado como um marco importante para a engenharia naval militar brasileira, pois a partir dele formou-se um grupo de engenheiros altamente capacitados que, na sequência, se dedicaram ao pioneiro projeto de submarinos no Brasil, o SNAC-1 (Freitas, 2014).

3.4 A IMPORTÂNCIA DE UM GERENCIAMENTO DE REQUISITOS EFETIVO

As principais características de um navio de guerra são integradas em seu projeto de concepção. Qualquer mudança significativa nos requisitos operacionais e logísticos deve ser implementada durante os diferentes ciclos desse projeto. Caso contrário, pode se tornar inviável ou resultar em perdas associadas a tempo, ao custo e aos requisitos operacionais. A necessidade de modificar requisitos operacionais e logísticos nas várias etapas do projeto, construção e operação do navio é praticamente inevitável e justificável. No entanto, isso quase sempre gera atrasos, custos adicionais e diminuição das vantagens operativas e logísticas. É uma questão de análise de custo-benefício. À medida que o projeto avança pelas suas diferentes fases, o quociente de custo-benefício para qualquer alteração desejada tende a diminuir. Essa redução se intensifica após a fase de projeto preliminar. Por isso, é fundamental que o setor demandante do projeto se envolva e participe ativamente nas etapas iniciais do projeto (Freitas, 2014).

3.5 O PAPEL DO APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NO PROJETO DE NAVIOS MILITARES

Estimativas apontam que cerca de 20% do custo total de aquisição e operação ao longo da vida útil de um navio de guerra é atribuído ao seu apoio logístico. De maneira ampla, o suporte logístico envolve todas as ações necessárias para operar

com a máxima eficácia, eficiência e disponibilidade, ao menor custo possível. Para projetos complexos como os de navios de guerra, essas ações são diversas e abrangem quase todos os setores da Marinha, assim como as indústrias nacionais e internacionais. Não se pode contar com um bom suporte logístico sem um sistema organizacional eficiente e regulamentações adequadas. A eficiência desse sistema depende crucialmente da coordenação, e para que o suporte logístico seja eficaz, são necessários: planejamento de manutenção e suporte; fornecimento de suprimentos (como peças de reposição e estoques); equipe de manutenção; capacitação e apoio ao treinamento; equipamentos e recursos para testes, medições, manuseio e suporte; embalagens, manuseio, armazenamento, transporte e distribuição; instalações e serviços de manutenção; recursos computacionais (hardware e software); além de dados técnicos, sistemas de informação e bancos de dados (Freitas, 2014).

É importante notar que muitos dos componentes essenciais para um suporte logístico eficaz surgem do próprio projeto, já que dependem dos sistemas e equipamentos incorporados a ele. Quando um navio é adquirido no exterior, ou quando se constrói um navio de projeto estrangeiro no Brasil, seu suporte logístico carece de uma base sólida e, portanto, será sempre limitado, mesmo que o sistema organizacional de suporte logístico funcione bem. Da mesma forma, o suporte logístico será insatisfatório se o projeto for realizado sem a integração do suporte logístico desde sua concepção. Um suporte logístico é considerado integrado quando é gerado e integrado ao projeto desde a fase de concepção até o descarte do navio, englobando e articulando todos os elementos essenciais mencionados anteriormente (Freitas, 2014).

Assim, depreende-se que o poder efetivo de combate de um navio de guerra está diretamente relacionado ao seu suporte logístico. Portanto, o suporte logístico integrado reflete o Poder Naval resultante do projeto.

3.6 A AQUISIÇÃO DE NAVIOS POR OPORTUNIDADE E O ATRASO TECNOLÓGICO NACIONAL

Fazendo um breve retrospecto histórico, nos primeiros anos da década de 1990, quase todas as atividades relacionadas à engenharia de projeto, construção e nacionalização de equipamentos principais foram interrompidas, com exceção da

fabricação de submarinos IKL-1400, financiados por um expressivo investimento alemão, que possibilitou a construção de quatro desses submarinos no Brasil. Apesar da disponibilidade de recursos financeiros, a construção de submarinos também encontrou grandes obstáculos devido ao êxodo de profissionais altamente qualificados, que sofreram com a diminuição de seus salários reais, além da escassez de investimentos nacionais.

Após o projeto e a construção nacional de quatro corvetas da classe Inhaúma, iniciou-se a aquisição de algumas embarcações de guerra usadas de outras marinhas, incluindo quatro fragatas de segunda mão compradas na Inglaterra. Além disso, foi iniciada a construção de pequenas unidades de projeto estrangeiro no Brasil, como os navios patrulha da classe Grajaú e, posteriormente, os da classe Macaé. Assim, interrompeu-se a fase de avanço tecnológico que havia começado nos anos 70 e que foi intensificada nos anos 80. Uma conclusão prematura dessa fase foi o reprojeito das corvetas da classe Inhaúma, culminando no nascedouro da Corveta Barroso (Freitas, 2014).

Os nossos ciclos de atraso crônico têm origem em programas que dependem de grandes financiamentos estrangeiros e diminuem ou se extinguem ao passarem a depender exclusivamente de financiamentos nacionais ou de renovação de fontes de recursos estrangeiros. Segue-se então um longo período de estagnação e gradual perda da capacidade adquirida até que um novo ciclo se inicie (Freitas, 2014).

No caso das Corvetas Inhaúma, ocorreu um significativo aporte de recursos oriundos do exterior voltado para o sistema de armas, sistema este de custo mais elevado, complexo e em rápida evolução em um navio militar. A plataforma e os sistemas associados foram financiados, em grande parte, com recursos nacionais assim como com recursos externos, obtidos por meio das empresas estrangeiras que pretendiam se associar a empresas locais (Freitas, 2014). Nesse mesmo projeto, um grande financiamento externo para todo o sistema de propulsão foi rejeitado, o que teria resultado no afastamento da engenharia nacional, além de renunciar à nacionalização de subsistemas e equipamentos associados, acarretando uma grande vulnerabilidade logística. A decisão tomada foi no sentido de enfrentar o desafio do projeto e nacionalização parcial do sistema de propulsão, o que aumentou a capacidade nacional, embora implicasse riscos (Freitas, 2014).

Ao não destinar recursos para a engenharia de projeto e ao fornecer recursos apenas para grandes aquisições no exterior, com um baixo nível de absorção de

conhecimento, perpetua-se o atraso tecnológico e a dependência externa. Os recursos financeiros utilizados deveriam ser suficientes para projetar e produzir no país equipamentos e sistemas equivalentes aos que seriam adquiridos no exterior (Freitas, 2014).

A histórica obtenção de navios de guerra no exterior praticamente se resumiu em presenciar sua construção, testes e provas, e obter um mínimo necessário de documentação e treinamento de suas tripulações para operá-los e mantê-los (Freitas, 2014).

As compras internacionais com escasso nível de absorção tecnológica mantêm nosso atraso e dependência. As consequências negativas da ausência de projeto de concepção no Brasil são várias, entre elas: a renúncia a funções elevadas de gestão de projeto e planejamento e à possibilidade de aprendizado e aprimoramento dessas funções; a perda da oportunidade de reavaliar repetidamente e sistematicamente os requisitos operacionais e logísticos estabelecidos, e até de reexaminar a real necessidade que deu origem a todo o projeto; e a continuidade de nossa falta de preparo para avaliar adequadamente propostas de produtos complexos estrangeiros, que frequentemente surgem nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

3.7 CONCLUSÕES PARCIAIS

Um país que não desenvolve e produz seus próprios equipamentos e sistemas de defesa em seu território, sob o controle de sua política nacional, está delegando a outrem a responsabilidade por definir sua estratégia de defesa. Além disso, a ausência de uma capacidade defensiva, ou uma força dissuasória, é um dos principais incentivos para ações militares em situações de instabilidade (Almeida Pinto et al., 2004).

Não há poder ou defesa robusta sem desenvolvimento, e não há desenvolvimento significativo sem um projeto bem estruturado. Nenhuma nação grande se consolidou sem desenvolver seus próprios instrumentos de defesa (Freitas, 2014).

Uma capacidade defensiva sólida não pode ser estabelecida através da construção de navios de guerra projetados no exterior. Esses navios têm a maior parte

de sua logística vinculada ao exterior, o que é inaceitável para um país como o nosso, pois não contribui para o fortalecimento e desenvolvimento do nosso potencial nacional (Freitas, 2014).

As aquisições de navios no exterior só são válidas se forem resultado de emergências operativas ou de um plano abrangente de desenvolvimento tecnológico da Marinha e do Brasil, onde possam ser a única maneira de operar eficientemente e, ao mesmo tempo, adquirir conhecimentos sobre projeto e construção ao analisar a engenharia de seus sistemas. Mesmo assim, essas aquisições devem ser realizadas somente se contratos e ações permitirem a transferência desse conhecimento. As compras por oportunidade são, na realidade, uma forma dos países vendedores se desfazerem de altos custos de manutenção e conseguirem fundos para investir em novas tecnologias. Esses pacotes de vendas são geralmente obsoletos e apresentam problemas em logística e baixa disponibilidade, perpetuando nosso atraso (Freitas, 2014)

O verdadeiro poder reside no projeto e nos financiamentos. Nações poderosas podem renunciar à fabricação, mas nunca do projeto. Ofertas de grandes financiamentos muitas vezes exigem a aceitação de pacotes técnicos prontos, com engenharia de projeto e fabricação totalmente estrangeiras. Aqueles que financiam não apenas vendem dinheiro, mas também fortalecem suas economias e suas Bases Industriais de Defesa. Ademais, quase todos os financiamentos impõem ou influenciam decisões sobre a seleção e compra de sistemas, componentes e suporte logístico, que representam uma parte considerável do custo total de aquisição, operação e manutenção. Isso vale para qualquer produto complexo, seja civil ou militar. A constante aceitação dessas ofertas nos mantém na posição subalterna de um país que apenas monta ou fabrica sob licença produtos estrangeiros (Freitas, 2014).

Projetos de engenharia desenvolvidos no Brasil permitem a melhor utilização da cadeia de conhecimentos e das atividades técnico-científico-industriais nacionais, promovendo sua expansão e, ao mesmo tempo, fortalecendo a defesa e o desenvolvimento (Freitas, 2014).

Renunciar ao projeto significa impor limitações e depender de outros. A falta de entendimento sobre a natureza, a importância e a complexidade do projeto afetam quase todos os setores do país. Fora dos círculos técnicos, a percepção sobre o que realmente envolve um projeto de engenharia é escassa, o que se reflete em artigos

de jornal e até em publicações oficiais. Isso representa um obstáculo significativo para a formulação adequada de qualquer estratégia de defesa ou desenvolvimento.

Desenvolver a capacidade de projetar navios de guerra não é uma tarefa simples ou rápida. Requer tempo prolongado e continuidade. Essa capacidade é difícil de se estabelecer e, uma vez desenvolvida, pode ser facilmente perdida. É necessário treinamento, aprimoramento, retenção e uma renovação gradual das equipes; também é fundamental a montagem de uma extensa base de dados com informações técnicas atualizadas; além disso, há a necessidade de infraestrutura laboratorial adequada e do conhecimento do setor técnico-científico-industrial, tanto nacional quanto internacional; e, por fim, uma continuidade em projetos, operações, avaliações e reprojetos, durante os quais inevitavelmente ocorrerão erros e correções.

A construção é apenas a parte visível de um iceberg técnico-financeiro. Embora seja uma etapa importante, não é a parte crucial. O projeto de engenharia é o principal motor do desenvolvimento de capacidades técnico-científico-industriais e um fator essencial para o avanço (Freitas, 2014).

Nossos navios de guerra, com exceção das corvetas classe Inhaúma e Barroso, foram sempre construídos no exterior ou, quando feitos no Brasil, utilizaram projetos estrangeiros. Há, portanto, uma tendência histórica de desconsiderar a importância do projeto, o que dificulta a redução da dependência e impede contribuições significativas para o desenvolvimento nacional (Freitas, 2014).

Em produtos complexos, sejam civis ou militares, a construção é o que mais atrai atenção. É nessa fase que se concentra o interesse e entusiasmo da maioria das pessoas, inclusive engenheiros. Quando veem algo complexo sendo construído em seu país, muitos pensam que "dominam essa tecnologia", sem perceber que a construção é apenas a parte visível de um vasto conjunto técnico-financeiro, responsável por apenas uma fração de seu volume total. Sem a parte submersa, a parte visível se deterioraria a um volume insignificante. Embora a construção tenha sua importância.

Para criar em nosso país um produto complexo que até então só importávamos, normalmente são necessárias a importação de máquinas e equipamentos e a compra de licenças de fabricação, que são utilizadas repetidamente. O que conseguimos economizar com a fabricação no exterior representa apenas uma fração do custo total do produto. Essa abordagem gera empregos e aprimora técnicas de produção, a qualificação da mão de obra e métodos de gerenciamento. Isso pode ser um passo

inicial para um desenvolvimento, mas não permite que avancemos de forma autônoma (Freitas, 2014).

Com a Marinha tradicionalmente projetando e construindo seus navios no exterior, a tendência histórica é a de não reconhecer a importância do projeto, o que leva a dificuldades em suporte logístico que poderiam ser evitadas ou mitigadas. Na Marinha, assim como em muitos setores do Brasil, prevalece a ideia de que a construção é a meta a ser alcançada. Em geral, não se percebe a relevância do projeto e suas relações de causa e efeito com a base técnico-científica e industrial do país. Pior ainda, a extensão de tempo e a determinação contínua necessárias para estabelecer essas relações são frequentemente subestimadas.

4 PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO E A BASE INDUSTRIAL DE DEFESA DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Segundo Freitas (2014), nacionalização é o processo de estabelecer ou desenvolver de forma autóctone conhecimentos e recursos relacionados a projeto, inovação, produção, suporte e operação. Trata-se de uma redução gradual das dependências externas e da promoção do desenvolvimento interno.

“Nenhum país se fez grande por processos de ToT; nem concentrando se em "commodities"; nem confiando em que a grandeza viria de empresas estrangeiras no seu solo. Nacionalização foi a rota que seguiram e sempre seguem.” (Freitas, 2007, p. 89)

A nacionalização é uma maneira de reduzir a crescente dependência externa de produtos de defesa, que incluem tecnologia avançada, e de evitar que questões estratégicas sejam controladas por outros países (Junior, 2010).

A nacionalização pode parecer desnecessária ou indesejável, mas é crucial para produtos de alto valor agregado ou estratégicos. O mais importante desses produtos é o conhecimento, seguido pela capacidade de aplicá-lo. Essa capacidade só se desenvolve com uma demanda contínua, que deve ser criada de forma engenhosa e mantida, ajustando-se às condições econômicas do país, mas nunca interrompida. Esse processo exige um propósito firme e a perseverança de várias gerações, tornando-se um objetivo permanente (Freitas, 2011).

A tecnologia não é transferida — ela deve ser absorvida ou criada! Em ambos os casos, é fundamental ter uma atitude proativa e um trabalho contínuo, persistente e inteligente, aproveitando oportunidades, especialmente em grandes contratos no exterior. Nesses casos, é crucial envolver o setor técnico-científico desde o início, ao contrário do que muitas vezes acontece (Freitas, 2014).

É sempre necessário aceitar, enfrentar e controlar os riscos, sem desanimar diante de contratemplos, que também são enfrentados por países de ponta. E, acima de tudo, é vital recusar propostas atrativas, renunciar a comodidades e evitar a tentação de soluções imediatas (Freitas, 2014).

4.1 OS PRIMEIROS MOVIMENTOS EM FAVOR DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO

O Programa de Reparelhamento da Marinha (PRM) da década de 80 pode ser considerado um ponto de inflexão para os processos de nacionalização. No período compreendido entre 1980 e 1995, vários foram os movimentos da Marinha voltados para nacionalização do projeto e da construção de sistemas e equipamentos dos seus principais navios de guerra. De forma visionária e pioneira, a Marinha se autodeterminou a projetar de forma autóctone seus meios. Até este momento, navios militares vinham sendo adquiridos, por oportunidade, no exterior ou simplesmente integrados em solo brasileiro, mas com a maior parte de seus componentes importados. O PRM desta época orientou os esforços da Marinha para que os mais elevados índices de conteúdo local fossem alcançados. O PRM de forma inequívoca, atrelou o desenvolvimento da MB ao desenvolvimento tecnológico do país (Freitas, 2014).

Neste contexto histórico, Freitas (2014) em sua obra ainda nos traz a seguinte reflexão:

“Na época, e também ainda hoje, ainda mal se percebia que propósitos como os do PRM demandavam e demandam o simultâneo desenvolvimento de uma Base Logística de Defesa (BLD), empreendimento para décadas de esforço ininterrupto, exigindo investimentos contínuos e acumulação sistemática de conhecimento e experiência.”

A partir desta reflexão, pode-se inferir a que a Base Logística de Defesa (BLD) foi uma iniciativa precursora para a nossa atual BID.

Nas edições do Plano de Reaparelhamento da Marinha dos anos 1980, já se observava a ênfase sobre a necessidade de nacionalização, mas sem estabelecer ou recomendar índices específicos.

As Diretorias Técnicas tinham a liberdade de decidir o que e como nacionalizar, o que foi crucial devido à natureza diversa de cada caso, além dos obstáculos legislativos e a alta inflação da época. O índice de nacionalização em peso, adotado na década anterior, já não deveria mais ser considerado, enquanto o índice de nacionalização em preço, que indicava a fração do custo de aquisição gasta em moeda nacional, era apenas um dos critérios para avaliar os méritos da nacionalização. O objetivo da Marinha passou a ser adquirir conhecimento relevante para o Brasil e assegurar o desempenho, disponibilidade, apoio, confiabilidade e eficácia de cada produto. Superando esse desafio, as empresas nacionais avançavam tecnologicamente e contribuíam com a economia ao produzir bens de alto valor agregado, observando-se casos de sucesso. Assim, os benefícios da nacionalização iam além da Marinha, beneficiando também a economia nacional (Freitas, 2014).

Desempenho, disponibilidade, apoio, confiabilidade e eficácia sempre foram cruciais, especialmente para navios de guerra. O conhecimento desejado para ser radicado no país deveria permitir conceber, projetar, produzir, testar, operar, manter e aprimorar um produto, e a partir daí, avançar para outros mais complexos e valiosos. Na década de 1980, buscava-se que uma parte significativa desse conhecimento fosse desenvolvida no Brasil. Para isso, a DEN permitiu ou exigiu que os licitantes nacionais se associassem com empresas estrangeiras competentes e apresentassem um contrato de assistência técnica que garantisse a transferência de capacidades importantes para o Brasil. Esse contrato, devidamente ajustado, se tornava parte do acordo entre o licitante vencedor e a DEN (Freitas, 2006).

4.2 O RELACIONAMENTO ENTRE O PROCESSO DE NACIONALIZAÇÃO E O ALI

A manutenção e o fornecimento de suprimentos para os navios da Marinha sempre foram atividades desafiadoras por diversas razões. A principal razão é que quase todos os sistemas e equipamentos são totalmente estrangeiros e alguns já

estão obsoletos. A obtenção de componentes e peças de reposição, que não estão mais disponíveis na origem, é uma tarefa difícil. Para cada componente ou peça necessária, é preciso iniciar uma busca por possíveis substitutos na indústria nacional.

A falta de domínio de tecnologias básicas nacionais para a manutenção e suprimento dos sistemas e equipamentos dos nossos navios tem sido um problema recorrente, agravado pela obsolescência desses itens (Freitas, 2014). A medida mitigadora adotada ao longo do tempo tem sido a busca de componentes ou peças de reposição na indústria nacional como possíveis substitutos. Essas buscas foram mais bem-sucedidas em aplicações de baixa complexidade, com requisitos de segurança, confiabilidade e funcionalidade menos rigorosos (Freitas, 2014). No caso de itens mais complexos e com requisitos militares específicos, é necessário recorrer a processos específicos de nacionalização.

4.3 O ENFRENTAMENTO DE GRANDES DESAFIOS NO PERÍODO ENTRE 1980 E 1995

Durante a década de 1980 e até meados dos anos 1990, o Brasil enfrentou uma inflação extraordinária que gerou riscos imprevisíveis e quase incontrolláveis na obtenção de materiais, especialmente em contratos de longa duração, como os de construção naval. A inflação acumulada em contratos de três anos era extremamente alta, e as fórmulas de reajuste estabelecidas pelo governo frequentemente não compensavam os aumentos reais dos custos. Além disso, cláusulas contratuais que interrompiam reajustes após a data prevista para a conclusão de um evento contratual resultavam em penalidades econômicas severas para os contratados, causando um inevitável desequilíbrio financeiro nos contratos (Freitas, 2014).

Essa situação levou os contratados a enfrentarem dificuldades financeiras crescentes, atrasos e a imposição de penalidades adicionais, o que comprometia sua capacidade de continuar com a nacionalização dos sistemas e equipamentos. Em muitos casos, foi necessário um longo período de negociações para evitar a paralisação dos contratos. Apesar disso, o problema persistia devido à inflação contínua, criando uma luta constante contra novos obstáculos (Freitas, 2014).

Algumas empresas nacionais não conseguiram superar esses desafios, mas outras superaram as expectativas, enfrentando grandes riscos técnicos e obstáculos

burocráticos, mesmo recebendo parcelas cada vez menores do valor real de cada evento cumprido. Para a Marinha, qualquer dificuldade enfrentada pelos contratados se tornava um problema próprio, pois colocava em risco a construção do navio. Atrasos na entrega de sistemas ou equipamentos comprometiam o cronograma e, em casos de falência ou desistência do fabricante, os atrasos se tornavam imprevisíveis (Freitas, 2014).

O ideal teria sido a ausência dessa inflação durante os contratos, pois era impossível prever todas as contingências e incluir margens de segurança suficientes nas propostas. Penalidades rigorosas acabavam por aumentar as dificuldades na execução dos contratos, ao invés de assegurar sua conclusão.

4.3.1 Processos licitatórios

Nas licitações envolvendo processos de nacionalização, o licitante vencedor enfrenta o desafio de produzir algo além de sua capacidade atual, lidando com riscos técnicos, comerciais, financeiros e de prazos. Alguns desses riscos podem ser previstos, mas outros são imprevisíveis, como inflação descontrolada ou mudanças legislativas. O maior risco, no entanto, decorre de mudanças abruptas nos objetivos nacionais e na política econômica do país. Cabe ao licitante avaliar esses riscos, enquanto a Marinha deve monitorá-los, garantindo o cumprimento das obrigações contratuais e oferecendo suporte quando necessário (Freitas, 2014).

A gestão de contratos pela Marinha envolve um controle rigoroso dos riscos, desde a elaboração dos documentos de licitação até a avaliação das propostas e a supervisão contínua do contrato. Esse processo exige reuniões com os licitantes, visitas técnicas para verificar a capacidade dos fornecedores e ajustes pós-adjudicação nos documentos contratuais (Freitas, 2014).

Mesmo com um processo detalhado de gestão e controle, ainda existem riscos que a Marinha decide estrategicamente como enfrentar. Um exemplo disso foi a construção dos navios-patrolha de 200 toneladas, em que a Marinha optou por construí-los no AMRJ, devido às dificuldades financeiras dos estaleiros privados nacionais. A nacionalização de sistemas e equipamentos de alta tecnologia, como os utilizados nas CCI, evidenciou os riscos técnicos envolvidos e as ações conjuntas necessárias entre a Marinha e empresas nacionais para superá-los (Freitas, 2014).

Apesar da experiência acumulada, ainda existem licitantes nacionais sem a capacidade comprovada de realizar tais projetos, resultando em parcerias com empresas estrangeiras que não promovem a fixação de conhecimentos no Brasil, limitando-se à fabricação de itens de baixo valor agregado e pouca importância logística.

4.3.2 Riscos financeiros e prazos

Os riscos financeiros e de prazos aumentam consideravelmente quando um projeto é inédito. Tomar decisões sobre a aquisição de sistemas envolve aceitar algumas desvantagens em troca de benefícios mais significativos. No caso das CCI, a necessidade de realizar nacionalizações substanciais levou à construção de quatro protótipos idênticos, sem a possibilidade de realizar avaliações de engenharia entre o primeiro navio e os subsequentes. Isso representou um risco considerável, pois as corvetas eram os primeiros navios de guerra projetados no Brasil. No entanto, essa decisão foi tomada para garantir um avanço tecnológico nacional, mesmo sem a segurança de avaliações preliminares.

Um argumento comum contra a nacionalização é o seu custo, sugerindo que seria mais vantajoso para o país adquirir produtos no exterior, onde os custos são mais baixos. Embora essa perspectiva seja simplista, ela não pode ser completamente ignorada, pois pode minar iniciativas importantes. No entanto, é crucial que cada caso de nacionalização seja analisado individualmente, considerando suas particularidades.

A experiência da Marinha na nacionalização de sistemas e equipamentos para o Navio-Escola Brasil e para as CCI mostrou que os preços dos produtos nacionalizados variam em comparação com seus equivalentes estrangeiros, devido a fatores técnicos e comerciais. Em alguns casos, como o das engrenagens redutoras principais e do sistema de hélice de passo controlável, o custo final foi similar ou até inferior ao estrangeiro, mesmo com ajustes para os fabricantes nacionais. Entretanto, em outros casos, como algumas bombas, o custo proposto por fabricantes nacionais foi várias vezes maior que o do similar importado, levando à decisão de adquiri-las no exterior.

Curiosamente, as melhores relações custo-benefício parecem ter sido observadas nos produtos de alta densidade tecnológica. A explicação desse fenômeno parece estar no fato que em se tratando de tecnologias mais avançadas e específicas para bens não seriados, os fabricantes estrangeiros têm maior poder para impor preços elevados. Por outro lado, produtos de produção seriada, que poderiam ser mais competitivos, acabam sendo mais caros devido à baixa demanda e aos requisitos específicos para navios de guerra, que não estão presentes nas aplicações civis.

O argumento de menor custo de aquisição no exterior, vale ressaltar, além de superficial, é equivocado, pois se concentra apenas no custo inicial e ignora os custos de manutenção e atualização ao longo da vida útil dos produtos. Produtos estrangeiros de alta tecnologia tendem a ter custos mais elevados de manutenção e atualização, devido à necessidade de técnicos e engenheiros estrangeiros, que geralmente cobram mais caro por seus serviços.

Finalmente, esse argumento também desconsidera o impacto negativo de depender de estrangeiros para as atividades intelectuais mais importantes, além de ignorar a importância de reduzir os gastos em moeda estrangeira, crucial em um país com crises cambiais recorrentes. Mesmo quando sistemas e equipamentos são comprados diretamente no exterior, a tentativa de acelerar o processo pode resultar em perdas futuras em termos de eficácia, confiabilidade, disponibilidade e custo de suporte logístico.

4.3.3 Gerenciamento de riscos

Controlar riscos demanda tanto gestão quanto técnica. Apesar dos desafios e obstáculos impostos pela inflação devastadora e persistente da década de 1980, a Marinha criou, utilizou e continuamente aperfeiçoou uma equipe técnica e gerencial adequada para conduzir o projeto e construção de navios militares, além de promover a nacionalização de diversos equipamentos e sistemas. A formação dessa equipe teve início no final da década de 70 e foi potencializada conforme as demandas desafiadoras se tornavam crescentes. Os riscos associados ao programa de projeto e construção nacionais, até então inédito, não impediram os avanços.

A nacionalização sempre foi uma temática central abordada nos editais, especificações técnicas e contratos de obtenção na MB para equipamentos e sistemas principais. Os valores dos contratos eram consideráveis, o que permitia alcançar nacionalizações significativas. No entanto, bons contratos não são suficientes; é essencial executá-los bem. Boas práticas de execução de contratos, com dedicação e competência, também não bastam, pois é necessário enfrentar uma série de entraves legais e toda uma burocracia para adequação dos contratos ante a fatos inesperados e não previsíveis.

Diante dos desafios e riscos, e para alcançar os reais objetivos da nacionalização, a Marinha teve que formar e mobilizar, ao longo dos anos, uma estrutura técnico-administrativo-jurídico-financeira competente que funcionou de maneira matricial sob a coordenação da gerência de Projeto do NE Brasil, das CCI, do NT Gastão Mota assim como de outros meios em processo de obtenção. A experiência adquirida nos seguidos processos licitatórios e contratos era somada e subsequentemente aplicada em uma série de contratos importantes. Apesar de todo o empenho e competência para enfrentar os obstáculos, os contratos para os NPa de 200ton e as lanchas de Polícia Naval foram desafiadores e conturbados, com riscos extremos detectados antes mesmo do início dos processos licitatórios.

Ao final da década de 1980, a capacidade da Marinha para licitar e gerenciar contratos complexos havia aumentado significativamente. O precursor projeto nacional de submarinos, SNAC-1, estava chegando à etapa associada a obtenção de equipamentos e sistemas. Neste momento, desafortunadamente, o PRM entrou num período de estagnação por indisponibilidade orçamentária. Entre 1989 e 1990, o projeto SNAC-1 foi seguidamente revisado, mas sem efetivo progresso devido à falta de fundos para encomendar os sistemas e equipamentos principais. Em 1990, os projetos do SNAC-1 e do navio-patrulha de 1.200 toneladas foram cancelados. Como resultado, a capacidade da Marinha para gerenciar contratos grandes e tecnicamente complexos regrediu. Infelizmente, essa não foi uma dificuldade transitória que reduziu temporariamente o progresso da Marinha. Os cortes orçamentários para a Marinha continuaram ao longo de uma década, forçando a Marinha a retornar aos históricos ciclos de atraso crônicos (Freitas, 2014).

4.4 ANOS DOURADOS DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO

Na década 80 e nos primeiros anos da década de 1990, a Marinha prosseguiu com a sua escalada tecnológica em vários empreendimentos de sucesso.

As CCI foram projetadas com mão de obra majoritariamente nacional que conduziu as especificações, a fabricação de equipamentos e dos sistemas principais no Brasil. Neste programa foram construídos quatro navios sendo dois navios no AMRJ e dois navios no estaleiro Verolme.

No projeto do SNAC-I, para a realização dos projetos de concepção e preliminar foi empregado apenas 2% de mão de obra estrangeira, após treinamento na Alemanha (Freitas, 2014).

Para o Navio-patrolha de 1.200 toneladas foram realizados os projetos de concepção e preliminar também com mão de obra brasileira.

O primeiro submarino convencional, foi finalmente fabricado no Brasil, com pequena assistência técnica do exterior e utilizando a capacidade instalada da Nuclep (Freitas, 2014).

Foram adquiridas capacidades autóctones: de projeto e análise de estruturas de submarinos; em análises e técnicas de controle de choque, vibrações e ruídos; e para redução de assinaturas radar e infravermelho. Engenheiros e operários foram treinados para fabricar submarinos no Brasil (Freitas, 2014).

O Programa nuclear brasileiro teve notórios avanços no domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio e reatores nucleares.

Apesar de ter sido um período de grande adversidade na economia, com inflações elevadas e legislação desfavorável a empreendimentos de longo prazo e com risco técnico elevado, ocorreram grandes avanços tecnológicos que marcaram este período na história.

4.5 PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO BEM-SUCEDIDOS

- Enriquecimento de urânio

O programa que viabilizou o processo de enriquecimento de urânio se originou a partir de um acordo nuclear entre Brasil-Alemanha, envolvendo ToT para enriquecimento tipo “jet-nozzle”, tecnologia posteriormente superada pelo

desenvolvimento do programa nuclear brasileiro. O sucesso obtido no domínio de tecnologia para o enriquecimento de urânio se deu pelo árduo trabalho da engenharia da Marinha por mais de duas décadas associado a vultuosos investimentos realizados. O sucesso obtido no programa nuclear brasileiro suscitou atenção internacional que provocou e ainda resistências e barreiras aos nossos avanços tecnológicos (Freitas, 2014).

- Nacionalização de elementos de baterias de propulsão de submarinos

A nacionalização dos elementos de baterias do submarino se deu a partir de tratativas entre a MB e o Consórcio HDW-Ferrostall. Graças a ampliação do escopo do contrato, foi possível incluir cláusula que passou a tratar de equipamentos de mais alta complexidade, o que permitiu que se iniciasse o processo de nacionalização da Bateria de Propulsão de submarinos (Freitas, 2014). Ainda segundo Freitas (2014), a empresa Saturnia Sistemas de Energia foi selecionada à época por ser líder de mercado e já possuir vasta experiência com baterias industriais. Para enfrentar os desafios deste novo projeto, a Saturnia necessitou buscar parcerias no exterior que culminou com a associação à empresa alemã Varta, líder mundial de mercado e reconhecida quanto a projetos e tecnologia para baterias de submarinos (Freitas, 2014).

4.6 A DESACELERAÇÃO DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO

A desaceleração dos processos de nacionalização observada no final da década de 80 esteve diretamente relacionada a drástica redução de recursos orçamentários para a Marinha, que levou ao cancelamento de projetos importantes que estavam em curso, dentre eles o SNAC-1 e o navio-patrolha de 1.200 toneladas. Sem recursos orçamentários para suportar despesas contratuais, processos licitatórios para aquisição de equipamentos foram cancelados. Os cortes orçamentários também afetaram o programa nuclear da Marinha, deteriorando o salário de engenheiros e técnicos, o que promoveu uma onda de demissões (Freitas, 2014).

A crise inflacionária vivida pelo país no final da década de 80 igualmente contribuiu para redução do ritmo das atividades do setor produtivo. Nesta ocasião, o

estaleiro Verolme, então construtor de duas corvetas teve sua situação financeira agravada, o que mais adiante culminou com a paralisação de suas atividades e com a necessidade de transferência dos navios para conclusão da construção no AMRJ (Freitas, 2014).

O longo período da crise econômica vivida pelo país nas décadas de 80 e 90, coincidiu com o período de estagnação dos empreendimentos de projeto e construção na Marinha, afetando negativamente todas as iniciativas e atividades de nacionalização que estavam então em curso.

4.7 Vulnerabilidades recorrentes nos processos de nacionalização

As vulnerabilidades recorrentes da Marinha ao longo dos processos de negociação são bem conhecidas pelas grandes corporações com que se negocia. Dentre as vulnerabilidades mais evidentes estão a nossa dependência por empréstimos e a descontinuidade de atuação e coordenação de nossas técnicas e gerenciais, sem que haja registro e aproveitamento de lições aprendidas a partir de negociações anteriores. Por outro lado, as equipes de negociação de empresas estrangeiras são usualmente muito experientes e bem-preparadas (Freitas, 2014).

Para conseguirmos nos contrapor a tais vulnerabilidades é essencial que se empregue metodologia e organização.

4.8 A RETOMADA DA EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS DE NACIONALIZAÇÃO

4.8.1 PROSUB

O PROSUB, criado no ano de 2008, pode ser considerado como um ponto de inflexão para a retomada dos processos de nacionalização conduzidos pela Marinha até então. Além de envolver ToT para a fabricação de submarinos convencionais, assessoria de projeto para obtenção do submarino de propulsão nuclear e provimento de infraestrutura para construção de base e estaleiros, o programa de nacionalização envolve 104 subprojetos que movimentam € 400 milhões para capacitação de empresas nacionais (PROSUB, 2024).

São previstos recursos da ordem de € 200 milhões, para as encomendadas nacionais, contratadas e previstas, para a aquisição de componentes, equipamentos e sistemas empregados na construção dos submarinos convencionais e para a obtenção do submarino com propulsão nuclear (PROSUB, 2024).

O programa de nacionalização do PROSUB foi iniciado com a seleção das demandas de nacionalização de alto teor tecnológico que interessariam ao programa. Em seguida, setores da indústria nacional foram envolvidos no processo para avaliação dos potenciais ativos de nacionalização. Este processo envolveu desde a identificação de itens similares aos demandados, já disponíveis no mercado nacional, até os casos em que se fez necessária capacitação específica para atender à demanda (PROSUB, 2024).

Cerca de 95% dos componentes e sistemas empregados na construção na construção da UFEM (Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas), do Estaleiro e Base Naval foram providos pela indústria nacional, envolvendo mais de seiscentas empresas do parque industrial nacional (PROSUB, 2024).

Dentre os ativos envolvidos no processo de nacionalização, destacam-se: IPMS (Integrated Platform Management System) com a Mectron, motores elétricos com a WEG, baterias de propulsão numa associação entre a empresa alemã Hagen e a brasileira Rondopar, assim como os conversores estáticos com a empresa ACDelco (PROSUB, 2024).

Um outro aspecto explorado pelo programa é a possibilidade da dualidade de emprego das tecnologias envolvidas, permitindo a apropriação destas pela indústria civil, tendo ocorrido casos de sucesso nos setores químico, mecânico e naval. É esperado que as empresas envolvidas nestes processos atenderão não somente ao mercado interno, mas também ao mercado exterior. Neste processo sinérgico entre a Marinha e a indústria todos ganham, a Marinha ganha autonomia e o país soberania, a indústria ganha mercado.

4.8.2 Programa das Fragatas Classe Tamandaré

Em 2017, com a criação do programa para obtenção de fragatas classe Tamandaré (PFCT) a Marinha criou mais uma oportunidade para impulsionar o programa de nacionalização que já vinha em curso decorrente do PROSUB. O PFCT

tem se apresentado como um cenário positivo de oportunidades para a indústria nacional, sobretudo para a BID.

Visando atender os índices de conteúdo local mínimos estabelecidos, 31,75% para o 1º navio e 40,50% para os navios seguintes, o Consórcio Águas Azuis tem buscado aproximação com potenciais fornecedores nacionais de materiais e serviços. A fiscalização sobre o atingimento destas metas de conteúdo local estabelecidos vem sendo realizada pela EMGEPRON em parceria com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), instituição responsável pela metodologia de acompanhamento e aferição (SINAVAL [...], 2021a).

Dentre os possíveis ativos envolvidos no processo de nacionalização, destacam-se: o sistema elétrico do navio, tubulações, válvulas e acessórios, proteção balística, balsas salva-vidas, peças e elementos em aço (fundidos e usinados), partes dos sistemas de comunicação, acessórios de casco e convés (escadas, escotilhas, portas de visita, sinos, gongos, ferros, amarras), acabamento e mobília de espaços habitáveis, cozinha industrial, lavanderia, equipamentos para controles de avaria, equipamentos de oficina, sistema de reabastecimento em mar, sistema de exaustão, elevador de munição, sistema de armazenagem de torpedos, dentre outros (SINAVAL [...], 2021a).

De acordo com DEFESA [...] (2023), as seguintes empresas nacionais contribuíram com seus produtos e serviços para a construção já no primeiro navio: Netzsch do Brasil (bombas diversas); Eletro Aço Altona S.A. (fundidos em geral e escadas do navio); Cozil – Cozinhas profissionais (cozinha); Ciltech Hydraulics (vasos de pressão); BlastSul – Jateamento abrasivo automatizado em aço (tratamento de chapas grossas e finas); Usiminas (fornecimento de chapas grossas); Sauer Compressors Brasil (compressor de ar de partida); WEG S.A.(geradores elétricos); e Jotun Brasil(tintas).

De acordo com o CEO da SPE Águas Azuis, Fernando Queiroz, para que o conteúdo local seja aumentado e mais oportunidades para a indústria nacional sejam criadas, é importante que haja uma maior aproximação entre o setor industrial brasileiro e as representações de empresas estrangeiras de modo a somarem esforços em prol do programa, haja visto que parte da engenharia envolvida na definição dos componentes demandados é estrangeira (SINAVAL [...], 2021a).

Apesar da Marinha ter manifestado preocupação estratégica com a especificação do Contrato abrangendo a gestão do conhecimento, ToT, gestão do

ciclo de vida, e retenção de conhecimento com vistas a autonomia de gestão do navio, o fato de o projeto não ser nacional se torna uma fragilidade do Programa.

4.9 CONCLUSÕES PARCIAIS

Para alcançar o sucesso em programas de nacionalização, mostra-se crucial que cada fase acumule conhecimento e experiência, permitindo que o crescimento econômico nacional sustente as etapas subsequentes e evite estagnação. A colaboração com o setor civil na criação de um complexo técnico-científico-militar parece ser vital para o desenvolvimento do país. Nacionalização fortalece a autossuficiência e impulsiona o crescimento econômico e tecnológico, apesar dos desafios históricos, como a inflação que afetaram os contratos no Brasil nas décadas de 80 e 90 (Freitas, 2014).

A execução eficaz de grandes contratos depende de bases bem estabelecidas nos editais de licitação, especificações claras, e escolhas adequadas dos licitantes e negociações pós-adjudicação bem conduzidas. Mesmo com interrupções nos esforços técnicos desde os anos 70, a Marinha beneficiou-se de apoio nacional, especialmente em sistemas de controle e propulsão, além de impulsionar empresas nacionais que servem à indústria de navegação e outras áreas (Freitas, 2014).

Para desenvolver uma indústria de defesa, depreende-se ser necessário um fluxo contínuo de demandas, começando com encomendas iniciais que compensem os custos e riscos para fabricantes nacionais. A continuidade desse esforço criaria um complexo tecnológico-industrial-militar essencial para a defesa e economia do país (Freitas, 2014).

A disponibilidade de componentes e peças de reposição é um desafio que só pode ser resolvido com programas navais contínuos e produção nacional. Projetos de navios militares nacionais e o desenvolvimento simultâneo da BID são necessários, com demandas iniciais suficientes e capacidade de crescimento.

ToT é atraente, todavia sua eficácia depende de circunstâncias, organização e capacidade de absorção. Cláusulas contratuais adequadas são importantes, mas a capacidade técnica-gerencial acumulada é crucial para absorver tecnologia e evitar a dependência. Consórcios entre empresas nacionais e estrangeiras podem facilitar a absorção de tecnologia, no entanto necessitam de condições políticas favoráveis e

interesses comerciais alinhados. É vital dominar os fundamentos técnico-científicos para criar tecnologia própria.

A participação do setor técnico-científico em empreendimentos de absorção de tecnologia mostra-se essencial para maximizar ganhos e reduzir dependências. A relação entre os setores técnico-científico e industrial no Brasil precisa ser fomentada. Acumular capacidade técnica exige dedicação, decisões inteligentes, continuidade e tempo, aproveitando as oportunidades de grandes empreendimentos para inovação tecnológica.

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE PROPULSÃO NAVAIS

Neste capítulo será apresentada a representação esquemática dos sistemas de propulsão das CCI/CCB e FCT, seguida pela evidenciação da relevância dos principais componentes do sistema a luz da contribuição estratégica para o conteúdo local. Será realizada uma análise comparativa entre os projetos quanto aos processos de nacionalização associados aos componentes mais relevantes do sistema de propulsão, seguida de conclusões parciais.

5.1 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO DAS CCI/CCB

A propulsão das Corvetas Classe Inhaúma, bem como da corveta Barroso, é constituída por um sistema propulsivo CODOG (Combined Diesel or Gas), com as seguintes características (Poder [...], 2015):

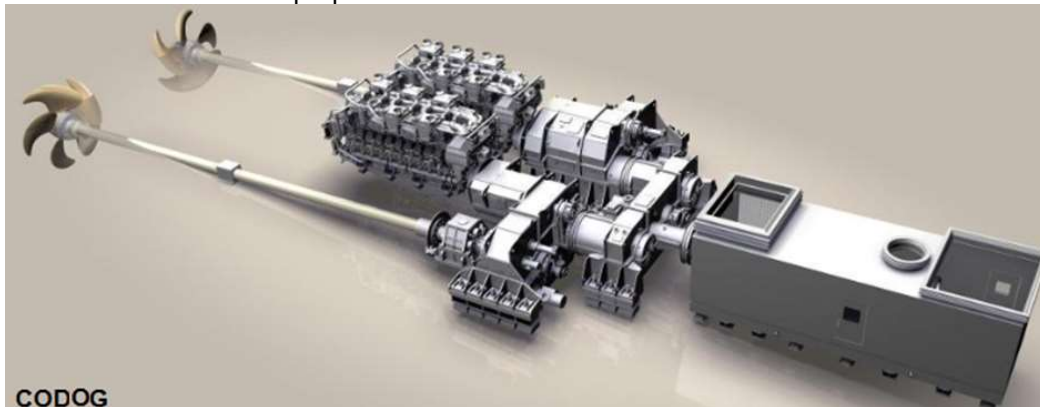
- 2 motores diesel
Inhaúma: MTU 16V956 TB91 com 3.940 bhp cada
Barroso: MTU 1163 TB93 com 4.000 bhp cada
- 1 turbina a gás GE-LM2500 (22.000 KW @ 3.600 RPM);
- 1 conjunto de três engrenagens redutoras para transmissão de potência, sendo uma primária e duas secundárias RENK-ZANINI;
- Engrenagens síncronas HKS-80 em cada uma das engrenagens secundárias, ligando-as aos motores e ao módulo primário; e
- 2 hélices de 5 pás com passo controlado (HPC) KAMEWA.

RPM máx HPC: Diesel: 205 RPM

Turbina: 269 RPM

A figura a seguir apresenta esquematicamente a configuração do sistema.

FIGURA 4 - Sistema de propulsão das Corvetas Classe Inhaúma/Barroso



Fonte: Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/rolls-royceplc/18271061043/in/photostream/>
Acesso em: 10 mai. 2024.

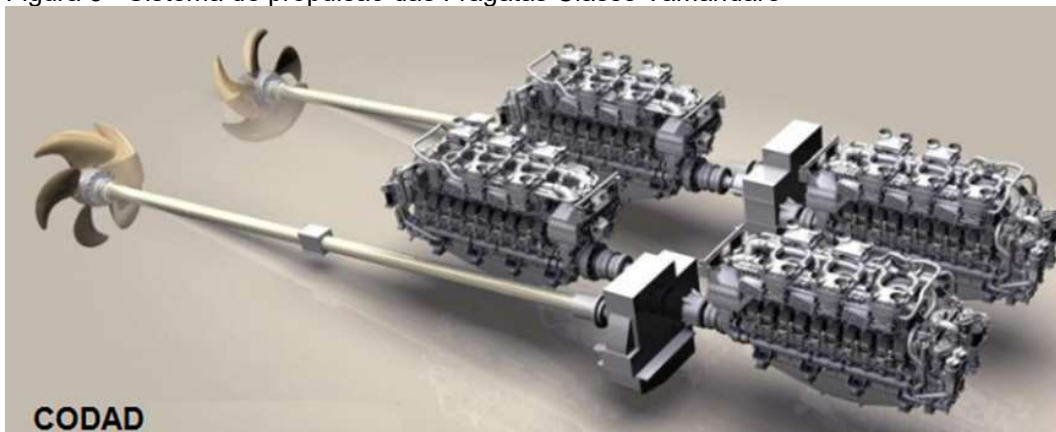
5.2 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO DAS FCT

A propulsão das Fragatas Classe Tamandaré é constituída por um sistema propulsivo CODAD (Combined Diesel And Diesel), com as seguintes características (SINAVAL [...], 2021):

- 4 motores diesel MAN 12V 28/33D STC: 6000 KW @ 1.032 RPM;
- 2 engrenagens redutoras para transmissão de potência RENK;
- 2 hélices de 5 pás com passo controlado (HPC) SCHOTTEL.
Rotação máxima dos hélices: 225 RPM;

A figura a seguir apresenta esquematicamente a configuração do sistema.

Figura 5 - Sistema de propulsão das Fragatas Classe Tamandaré



Fonte: Disponível em: https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/SNAME/c94aa3c4-ac81-452f-83a9-e8fbd2e7837/UploadedFiles/ModernNaval%20Solutions_2final.Ohmayer.Nov%202012c.pdf
Acesso em: 10 mai. 2024

5.3 RELEVÂNCIA DOS COMPONENTES DA PROPULSÃO NA AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO LOCAL

A configuração do sistema propulsivo de um navio militar constitui-se como uma das partes de maior relevância do projeto estando diretamente relacionada ao desempenho do meio. Por se constituir em sistema crítico do projeto é também um sistema crítico para o apoio logístico.

Os sistemas de propulsão são, tipicamente, compostos pelos seguintes componentes principais:

- Equipamentos motrizes ou acionadores, podendo ser motores diesel, motores elétricos, turbinas a vapor ou a gás;
- Caixas de engrenagens redutoras, singelas ou combinadas;
- Conjuntos de eixos propulsores e hélices, podendo ser de passo fixo ou de passo controlável;

Os componentes principais da propulsão são os itens de maior complexidade tecnológica do sistema e por conseguinte os de maior custo associado, com maior destaque para as turbinas a gás e motores diesel. Estes componentes apresentam características de desempenho e aplicações muito específicas, o que justifica o maior custo associado ao seu desenvolvimento e fabricação.

A partir de uma ampla pesquisa realizada sobre a nacionalidade das empresas fabricantes dos componentes principais de propulsão empregados em navios militares no mundo, observa-se que há uma concentração de fabricantes europeus e americanos, que equipam as Marinhas do Ocidente e países aliados, e uma predominância de fabricantes Russos e Chineses, que equipam as respectivas Marinhas (Rússia e China) e seus respectivos aliados geopolíticos. Dadas as especificidades tecnológicas e o caráter de emprego específico militar, identificam-se questões de restrição de acesso a essas tecnologias frequentemente governadas por questões geopolíticas.

Complementam e integram as funcionalidades da propulsão, os equipamentos e sistemas de apoio à propulsão, dentre eles:

- Resfriamento;
- Óleo combustível e lubrificante;
- Apoio à partida; e

- Ventilação e exaustão.

Os equipamentos e sistemas de apoio à propulsão são componentes de menor complexidade tecnológica e por conseguinte representam custos bem menores em relação aos componentes principais. Estes componentes apresentam características construtivas e aplicações menos específicas, com frequente possibilidade de emprego dual na indústria e no meio civil, o que justifica um menor custo associado ao seu desenvolvimento e fabricação devido a fatores de escala de produção. Nesta categoria de componentes de menor complexidade se enquadram bombas diversas, tubulações, válvulas e instrumentação. A partir de ampla pesquisa realizada na internet, pôde-se constatar que há uma vasta gama de fabricantes no mundo capazes de produzir estes componentes típicos, bombas, tubulações, válvulas, instrumentação, tanto no Ocidente como no Oriente, não sendo vislumbradas questões de restrições de acesso a essas tecnologias e seus equipamentos.

Quanto a abordagem sobre o conteúdo local, para o PFCT, a metodologia adotada para acompanhamento e aferição tem sido a metodologia do BNDES. Nesta metodologia, a checagem e a contabilização do Conteúdo Local são efetuadas pela verificação de notas fiscais, por meio do CST (Código de Situação Tributária). O CST objetiva apontar a origem e a tributação de um produto a partir de um documento fiscal emitido.

O art.12 e o anexo da resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN) nº 3.828, de 17.12.2009 estabelecem a forma de cálculo para o conteúdo nacional de embarcações:

$$CL = (1 - X / Y) \times 100$$

Onde:

CL: Conteúdo Local

X: valor associado ao conteúdo estrangeiro, acrescido de impostos de importação exceto IPI e ICMS

Y: valor final do item, excetuando-se IPI e ICMS.

Um sistema propulsivo que empregue motores diesel ou turbinas, engrenagens redutoras, eixos propulsores e hélices importados contribuirá na promoção de menores índices de conteúdo local.

Considerando que os componentes principais associados a um sistema de propulsão são também os de custo mais elevado dentro sistema, eles mostram-se representando uma maior relevância estratégica na aferição de conteúdo local de um sistema de propulsão naval.

5.4 PARTICIPAÇÃO DAS EMPRESAS DE DEFESA NOS PROJETOS CCI/CCB E FCT

5.4.1 Comparação entre as arquiteturas dos sistemas propulsivos CCI x FCT

Realizando uma comparação entre as arquiteturas empregadas nos sistemas propulsivos dos projetos analisados constata-se que o sistema propulsivo CODOG das CCI é um sistema mais complexo e consequentemente mais caro que o sistema propulsivo CODAD empregado nas FCT. A maior complexidade tecnológica do sistema CODOG reside no emprego dos seguintes componentes:

- turbina a gás, com custo de obtenção, operação e manutenção maiores do que o de motores diesel;
- engrenagens redutoras mais complexas para realizar o acoplamento e sincronia entre os diferentes acionadores;
- sistema de controle mais sofisticado para operação do sistema.

Na arquitetura do sistema propulsivo CODAD, apesar do emprego de um número maior de motores diesel, a solução tecnológica se torna mais simples e consequentemente apresenta um menor custo associado a obtenção, operação e manutenção. De acordo com Magalhães Sousa (2020), o emprego de um sistema CODAD possibilita diversas vantagens como economia de custos de construção e operação de equipamentos mais simples, flexibilidade e redundância no acionamento dos eixos, revezamento de motores proporcionando o espaçamento no tempo entre as revisões e a facilidade de acesso a instalações de manutenção caso sejam motores comuns em navios mercantes.

A partir desta primeira análise comparativa, constatamos que o sistema propulsivo das CCI apresenta arquitetura mais complexa do que o sistema propulsivo das FCT. Pode-se inferir que os desafios para se estabelecer um conteúdo local

elevado para o sistema propulsivo das CCI foi maior do que está sendo no caso das FCT.

5.4.2 – Comparação entre os projetos quanto a seleção dos motores diesel

Desde a época do projeto das CCI na década de 80, motores diesel compactos e de alta performance, nunca tinham sido produzidos no Brasil, e este cenário persiste até os dias atuais. A indústria brasileira de motores diesel se limitou, nos casos de maior participação no processo fabril, a montagem de componentes importados com a produção de alguns poucos itens de desgaste para reposição quando processos de nacionalização foram incentivados. O mesmo cenário envolvendo a falta de disponibilidade de equipamentos nacionais ocorreu com as turbinas a gás avaliadas para possível aplicação no projeto das CCI (Freitas, 2014).

No caso das CCI após diversos ciclos de avaliação de projeto, decidiu-se pelo emprego de motores Diesel MTU, de fabricação alemã, sendo os mesmos motores MTU 16V 956 TB91 empregados no sistema propulsivo das FCN. Apesar destes motores já apresentarem uma defasagem tecnológica de mais de uma década na época de sua seleção para emprego no projeto das CCI, a decisão também se pautou em aspectos logísticos e de manutenção, considerando a expertise já adquirida pelas equipes de reparo do AMRJ, contrato de suporte técnico com a MTU, assim como pacotes de sobressalentes catalogados e já fazendo parte da base logística da Marinha em decorrência da operação das FCN.

No caso das FCT, quanto a seleção final dos motores de propulsão, o contexto histórico e tecnológico foi semelhante ao das CCI. Dada a indisponibilidade de fabricantes nacionais de motores diesel que atendessem aos requisitos do projeto buscou-se por fabricantes e por modelos de motores que pudessem ao menos apresentar vantagens logísticas considerando equipamentos já em serviço na Marinha. Neste caso, a opção foi também por motores de fabricação alemã, mas nesse caso fabricante MAN Diesel. O motor selecionado foi o motor MAN 12V 28/33D STC. Cabe ressaltar que estes motores são da mesma família 28/33D dos motores de propulsão dos Navio Patrulha classe “Amazonas” que utilizam os motores MAN 16V28/33D, que apesar de serem maiores, com 4 cilindros a mais, compartilham uma ampla base de sobressalentes em comum.

Em ambos os casos, CCI e FCT, não houve uma política ou estratégia de investimento para a fabricação nacional de motores diesel de propulsão. Um exemplo de iniciativa em política e estratégia para a nacionalização da fabricação de motores diesel foi a experiência espanhola no acordo estratégico de cooperação entre a Navantia-MTU nos idos de 2012. O acordo envolveu a concessão de licenças para comercialização, engenharia, fabricação, ALI e Centro de treinamento em motores MTU envolvendo os motores das séries 396, 956 e 1163, com emprego em projetos de navios patrulha e de submarinos da Armada espanhola (Poder [...], 2012).

5.4.3 – Comparação entre os projetos quanto a seleção do conjunto para transmissão de potência propulsiva

Diferentemente do caso dos motores diesel para ambos os projetos, no caso das engrenagens redutoras das CCI, a Marinha decidiu investir em nacionalização em busca de autonomia estratégica. Após diversos estudos sobre o aprofundamento de requisitos e técnicas de fabricação, a Marinha lançou uma licitação nacional que logrou sucesso na contratação da empresa RENK-ZANINI, uma parceria entre a empresa brasileira Zanini Equipamentos Pesados, de Sertãozinho no Estado de São Paulo com a empresa alemã Renk (AG). Após o primeiro conjunto de engrenagens redutoras ter sido fabricado na Alemanha, as três caixas redutoras seguintes foram fabricadas e montadas no Brasil já em 1984. Este empreendimento pode ser considerado muito bem-sucedido com a solução de continuidade, quase uma década mais tarde, com o fornecimento da engrenagem redutora para a Corveta Barroso (Freitas, 2014).

De acordo com Poder [...] (2015), os índices de nacionalização alcançados para os principais componentes do sistema de propulsão das CCI foram: para a turbina a gás GE LM-2500 - **15%**, envolvendo base, invólucro, grupo de descarga de gases e outros componentes; motores Diesel MTU 16V956 TB91 - **42%**; engrenagem redutora Renk-Zanini - **71%**; sistemas de eixos e hélices KaMeWa - **92%** produzidos no Brasil.

Chama-se a atenção para os elevados índices de nacionalização alcançados para as engrenagens redutoras (**71%**) e sistemas de eixos e hélices (**92%**). Tais componentes envolvem particular complexidade em seus projetos haja visto os

requisitos de descrição acústica para missão antissubmarino, tendo de ser considerados requisitos e análises de vibração, choque e ruído.

Apesar da relevância estratégica que representou a conquista tecnológica das engrenagens redutoras de nossas corvetas terem sido produzidas no Brasil pela empresa Renk-Zanini, nenhum destes equipamentos figuram na atualidade como Produto de Defesa (PRODE) ou como Produto Estratégico de Defesa (PED), tampouco a empresa Renk-Zanini figura como Empresa de Defesa (ED) ou como Empresa Estratégica de Defesa (EED) no Sistema de Cadastramento de Produtos de Defesa (SisCaPED).

Para o caso das FCT, de acordo com consulta realizada junto a base de dados do projeto, constatou-se que os componentes relevantes do conjunto de transmissão de potência do sistema de propulsão foram obtidos diretamente a partir do exterior sem haver processo de nacionalização envolvido. As engrenagens redutoras foram adquiridas junto a empresa RENK (AG) e os hélices de passo controlável (HPC) e eixos propulsores associados foram obtidos junto a empresa SCHOTTEL, ambas empresas alemãs. Componentes envolvendo menor complexidade tecnológica e consequentemente menores valores agregados foram inclusos nos pacotes de nacionalização das FCT, dentre eles: bombas dos sistemas auxiliares da propulsão (NETZSCH do Brasil); compressores de ar de partida (Sauer do Brasil), válvulas diversas e Redes dos sistemas auxiliares (DEFESA [...], 2023).

5.4.4 Comparação entre os projetos com relação ao sistema de controle da propulsão

O sistema de controle da propulsão das CCI foi desenvolvido pela empresa brasileira (Themag-Villares) em conjunto com a Marinha. A nacionalização deste sistema permitiu que a Marinha obtivesse o domínio pleno sobre o "software" garantindo que ajustes e customizações pudessem ser processados a qualquer momento para atender aos requisitos operacionais (Freitas, 2014).

Para as FCT, o sistema de controle da propulsão está inserido no contexto de um sistema de gerenciamento da plataforma chamado "Integrated Platform Management System" (IPMS). O IPMS das FCT está sendo desenvolvido pela empresa ATECH em parceria com a L3Harris Technologies com ToT associada (DEFESA [...], 2022).

5.4.5 Análise do contexto orçamentário dos projetos CCI e FCT e a repercussão sobre os processos de nacionalização associados a estes projetos

Sistemas complexos e consequentemente de custo elevado demandam grandes montantes de recursos financeiros, normalmente obtidos por meio de financiamentos, muitas vezes ofertados a partir do exterior com condicionantes de fornecimento de equipamentos a partir de fabricantes de origem no país do agente financiador. Tal situação foi exatamente uma das que rondou o projeto das CCI, quando a Inglaterra ofereceu um pacote de crédito e fornecimento de todos os componentes e serviços de engenharias associados ao sistema de propulsão. Como principal “vantagem”, a alegação da Inglaterra era a de que equipamentos e sistemas seguiriam a mesma padronização da Fragatas classe Niterói. Tal alegação foi rapidamente superada pelo fato de que as tecnologias de turbinas a gás, motores Diesel e sistema de monitoramento e controle evoluem muito rapidamente e, replicar os mesmos equipamentos e sistemas das fragatas representaria replicar nas corvetas a obsolescência destes itens já observada naquele momento (Freitas, 2014).

Mesmo diante do dilema entre aceitar a oferta de financiamento/fornecimento de renunciando a possibilidade de avançar tecnologicamente ou recusar a proposta inglesa e aceitar os riscos técnicos e de prazos impostos pelo ineditismo da iniciativa, renunciando à disponibilidade de crédito ofertado a partir do exterior, após uma criteriosa análise, a Marinha decidiu por recusar a proposta de financiamento e decidiu por trilhar o caminho dos processos de nacionalização do sistema de propulsão com todos os ônus e bônus associados (Freitas, 2014).

Apesar do ineditismo e da complexidade envolvidos, os desafios foram superados e resultados surpreendentes foram alcançados.

“Para atingir o estágio atual da obtenção das corvetas foi necessário elevar a capacidade da Marinha e chegar a um novo patamar de competência. Desse patamar podem ser vislumbrados novos horizontes.” (Bittencourt, 1990, p. 20)

Para as FCT, o programa está sendo suportado financeiramente a partir de uma capitalização da EMGEPRON com receitas procedentes dos royalties do petróleo (pré-sal). O montante total de recursos, cerca de US\$ 1,6 bilhão, já foram internalizados na EMGEPRON e representam o total necessário ao adequado fluxo

de caixa financeiro para construção das quatro Fragatas. Estes recursos financeiros estão sendo aplicados em renda fixa até serem efetivamente utilizados para pagamento de cláusulas estabelecidas no contrato (Menezes, 2021).

De acordo com Barrêto (2021), o modelo de negócio para a obtenção das FCT tem potencial para influenciar diretamente no projeto e na nacionalização de equipamentos.

Considerando o poder de negociação que a Marinha possuiu em função de deter recursos não dependentes de financiamentos estrangeiros para custear o projeto e construção de quatro fragatas, pode-se inferir que a influência exercida sobre a nacionalização de componentes estratégicos do sistema propulsivo das FCT parece ter sido muito tímida e contida quando comparada aos esforços de nacionalização do sistema propulsivo das CCI na década de 80.

5.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

A definição do sistema de propulsão das Corvetas classe Inhaúma concentrou muitos dos desafios, riscos e possibilidades de progresso Freitas (2014). O Sistema de propulsão das FCT mostra-se tecnologicamente menos complexo que o das CCI, todavia ainda assim envolveu um esforço estratégico de nacionalização em menor escala que o esforço empreendido pela MB por ocasião do projeto e construção das CCI.

A partir de consultas a base de dados do projeto das FCT, verifica-se que os componentes estratégicos do sistema de propulsão foram obtidos a partir do exterior, procedentes da Alemanha, país de origem do projeto do navio.

Motores diesel, engrenagens redutoras, eixos propulsores e hélices de passo controlável são os itens de maior complexidade associados ao sistema de propulsão de um navio militar e por conseguinte os de maior custo agregado. Estes itens, além de estratégicos, serão os de maior peso para o conteúdo local do sistema de propulsão. Considerando que estes itens são justamente os que não foram inclusos no pacote de nacionalização das FCT, esse fato mostra-se contribuindo diretamente para que o índice de conteúdo local do sistema de propulsão da classe Tamandaré tenha sofrido uma queda relativa ao mesmo índice associado ao sistema propulsivo do projeto das CCI na década de 80.

A despeito de toda a relevância estratégica do fato de que as engrenagens redutoras de nossas corvetas terem sido produzidas no Brasil pela empresa Renk-Zanini no Estado de São Paulo, constata-se que nenhum destes equipamentos figuram como Produto de Defesa (PRODE) ou como Produto Estratégico de Defesa (PED), tampouco a empresa Renk-Zanini figura como Empresa de Defesa (ED) ou como Empresa Estratégica de Defesa (EED) no Sistema de Cadastramento de Produtos de Defesa (SisCaPED).

6 CONCLUSÕES FINAIS E AÇÕES PROPOSTAS

6.1 CONCLUSÕES FINAIS

Ao longo dos últimos 50 anos de história da construção naval militar no Brasil, observamos que os programas mais bem-sucedidos em termos de ToT e nacionalização de equipamentos mostra-se que foram aqueles provenientes de projetos genuinamente nacionais, como o Navio Escola Brasil, as Corvetas Classe Inhaúma (CCI), o Navio-tanque Gastão Mota e as Corvetas Classe Barroso (CCB). Nesses programas, foram alcançados elevados índices de nacionalização, pois o desenvolvimento dos projetos e a escolha dos sistemas e equipamentos ocorreram dentro do país, maximizando a participação da indústria nacional.

Em contrapartida, programas de obtenção que envolveram navios projetados no exterior, como as Fragatas Classe Niterói, os Submarinos Classe Tupi, os Navios-Patrolha Classe Grajaú, o Submarino Tikuna, o PROSUB - Submarinos Classe Riachuelo e as Fragatas Classe Tamandaré, sugerem um sucesso limitado no que tange à nacionalização. Esses projetos privilegiaram tecnologias dos países de origem, e a nacionalização ocorreu principalmente por força contratual, em espectro limitado, e não como resultado de um processo natural de seleção tecnológica dentro das fases de desenvolvimento. Uma exceção parcial é o PROSUB, que, embora baseado em tecnologia estrangeira, obteve avanços em comparação aos submarinos Classe Tupi, ao integrar mais componentes da indústria nacional.

O Navio-Patrolha de 500 toneladas BR surge como um projeto promissor, fundamentado em tecnologias autóctones e com potencial para alcançar altos índices de nacionalização, reforçando a capacidade da BID e incentivando o desenvolvimento

da indústria nacional. Esse projeto demonstra que a nacionalização não é apenas uma meta contratual, mas sim uma estratégia de desenvolvimento autônomo e sustentado.

É fundamental considerar que a dependência de projetos estrangeiros limita a capacidade de defesa de uma nação, subordinando-a às políticas e tecnologias externas. Sem o desenvolvimento e a produção de equipamentos de defesa dentro do país, sob o controle da política nacional, uma nação compromete sua estratégia de defesa e fica vulnerável a crises de fornecimento e manutenção de sistemas críticos.

A construção naval militar no Brasil precisa priorizar o desenvolvimento de projetos nacionais, que não apenas fortaleçam a indústria nacional, mas também assegurem a autonomia estratégica e tecnológica do país. Como Freitas (2014) enfatiza em sua obra, o verdadeiro poder de uma nação reside no domínio do projeto e na capacidade de financiamento. Nações poderosas podem terceirizar a fabricação, mas nunca o projeto. A adoção de projetos estrangeiros implica na aceitação de pacotes técnicos prontos, fortalecendo as economias e indústrias de defesa dos países de origem. A constante adoção de projetos estrangeiros prontos, sem o verdadeiro desenvolvimento nacional, mantém o Brasil na posição subalterna de um país que apenas monta ou fabrica sob licença produtos estrangeiros. Construir navios militares no Brasil, com projeto e tecnologia nacionais, representa mais do que uma simples capacidade de construir, é uma etapa crucial para consolidar a capacidade técnica e industrial do país e garantir a continuidade e o avanço dessa expertise.

Por fim, ToT, embora atrativa, só é realmente eficaz se ocorrer em um ambiente que favoreça a absorção tecnológica, com uma base técnico-científica sólida e com políticas que estimulem o desenvolvimento contínuo dessa capacidade. A nacionalização bem-sucedida depende da construção de um complexo industrial-militar robusto, com continuidade nas demandas e nos projetos, para evitar retrocessos e garantir que o Brasil não apenas construa navios, mas também domine integralmente a tecnologia naval necessária para sua defesa e soberania.

Para expandir a BID brasileira, é essencial que cada fase dos programas de nacionalização acumule conhecimento e experiência, sustentando o crescimento econômico subsequente e evitando estagnação.

A dependência de projetos estrangeiros, como no caso das Fragatas classe Tamandaré, limita a independência tecnológica do país. Portanto, mostra-se essencial que o Brasil invista no desenvolvimento de projetos navais próprios para garantir a autossuficiência em defesa e promover o seu crescimento econômico e tecnológico.

6.2 AÇÕES PROPOSTAS

De modo a alcançar a sustentabilidade e incrementar a participação da indústria nacional de defesa em projetos estratégicos da MB são propostas as seguintes ações:

- Incrementar a capacidade de projetar e construir navios militares no Brasil;
- Empregar, nos novos projetos de navios, soluções tecnológicas já consagradas em projetos testados evitando os riscos associados ao pleno ineditismo;
- Defasar no tempo as primeiras unidades construídas das demais unidades produzidas de forma seriada, a cada novo navio projetado, de modo a permitir uma adequada avaliação de engenharia do projeto para que se permita o aprimoramento do projeto com a eventual correção de falhas e implementação de melhorias necessárias, sobretudo aplicado aos materiais, itens, equipamentos e sistemas nacionalizados;
- Definir a cada novo programa de obtenção de meios um plano estratégico de nacionalização que contemple materiais, sobressalentes, equipamentos e sistemas, sempre considerando os esforços de nacionalização já empreendidos em programas anteriores, de modo a proporcionar continuidade e evolução em processos de nacionalização já iniciados no passado. Tal medida evitará a ocorrência de retrocessos e atrasos tecnológicos em frentes de nacionalização bem-sucedidas no passado.
- Considerar a possibilidade de que o escopo de futuras contratações de consórcios entre estaleiros nacionais e estrangeiros na modalidade de Sociedade de Propósito Específico (SPE), não se restrinjam a construção dos navios, mas que permitam que haja uma participação mais longa com atuação pós programa de construção, com atividades de suporte a operação, manutenção e eventual futuro descarte dos meios. Tal medida poderá prover a tão demandada solução de continuidade para a infraestrutura nacional;
- Assegurar contratualmente e de forma inequívoca, nas licitações que envolvam projeto estrangeiro, a plena ToT do projeto incluindo o total acesso e fornecimento a toda documentação de projeto e de construção como desenhos e especificações dos

sistemas da plataforma e de armas, do ALI, integração de sistemas e de garantia de qualidade. Em todas as circunstâncias a análise e aprovação de ajustes do projeto assim como adequação a requisitos deverão ser atribuição exclusiva da Marinha.

REFERÊNCIAS

A INDÚSTRIA de Defesa Brasileira. **Operacional - Defesa e Segurança**, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.revistaoperacional.com.br/md/a-industria-de-defesa-brasileira/>. Acesso em: 1 ago.2024.

ALMEIDA, Luciana. **AGÊNCIA MARINHA DE NOTÍCIAS: A espinha dorsal da Fragata classe “Tamandaré” é concluída. Brasília**. 2023. Disponível em: O potencial dos estaleiros brasileiros e do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro <<https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/espinha-dorsal-da-fragata-classetamandare-e-concluida>>. Acesso em 19 abr. 2023

ALMEIDA PINTO, J.R. de *et al*, (org.). **As Forças Armadas e o desenvolvimento científico e tecnológico do País**: Pensamento Brasileiro sobre Segurança e Defesa. Brasília: Ministério da Defesa, Secretaria de Estudos e de Cooperação, 2004. 310 p. v. 3. ISBN 85-7238-133-3. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/655/4/As%20for%c3%a7as%20armadas%20e%20o%20desenvolvimento%20cient%c3%adfico%20e%20tecnol%c3%b3gico%20do%20pa%c3%ads.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ALVES, Guilherme Porto. **POTENCIAL DO USO DUAL DAS PATENTES MILITARES BRASILEIRAS**. 2019. 63f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE), Universidade de Brasília (UnB). Brasília-DF. Disponível em: http://repositorio2.unb.br/jspui/bitstream/10482/35201/1/2019_GuilhermePortoAlves.pdf. Acesso em: 15 jun. 2024.

AMARAL, Misael Henrique Silva do. **O PODER PELO MAR: a indústria de construção naval militar no Brasil a partir da política desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek (1956-1961)**.2013.199p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil – CPDOC como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em História, Política e Bens Culturais. Rio de Janeiro.2013. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/ac485b6c-b6e8-458f-a0f2-f682f4aef4f1/content>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BAPTISTA, Aline Neves. **CICLO VIRTUOSO NAS AQUISIÇÕES DE DEFESA**: o conteúdo local e a complementaridade com o offset para o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa, 2022. 70f. Dissertação - Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores, Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro: 2022. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br.egn/files/CEMOS_116_DIS_CC_IM_ALINE.pdf. Acesso em: 26 fev.2024.

BASE Industrial de Defesa e Segurança: uma necessidade de todo o Brasil. **DCiber**, Brasília, 13 jun. 2023. Disponível em: <https://dciber.org/base-industrial-de-defesa-e-seguranca-uma-necessidade-de-todo-o-brasil/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

BARRÊTO, Sandro Pinto. **CORVETA BARROSO E FRAGATA CLASSE TAMANDARÉ: semelhanças e diferenças entre os processos de obtenção**. 2021. 81p. Dissertação - Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores – CEMOS,

Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/845739/1/CEMOS2021_BARR%c3%8aTO.pdf. Acesso em: 02 ago. 2024.

BITTENCOURT, Armando Senna. AS NOVAS CORVETAS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O FUTURO DA MARINHA1. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 110, ed. 7/9, p. 1-200, jul./set. 1990. Disponível em: https://memoria.bn.gov.br/pdf/008567/per008567_1990_00228.pdf. Acesso em: 7 ago. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. EMGEPRON. **Fragatas Classe “Tamandaré” (FCT)**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/emgepron/pt-br/fragatas-classe-tamandare-fct>. Acesso em: 26 fev. 2024.

COELHO, Hélio Guilherme José. **O desenvolvimento tecnológico da indústria naval de defesa: Uma questão estratégica**. 2009. 111p. Dissertação apresentada como requisito de conclusão do curso de Mestrado do programa de pós-graduação de Ciência Política da Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2009. Disponível em: <https://repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/26370/1/0000011a2.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.

DEIANA, Francisco Roberto Portella. **A CONSTRUÇÃO NAVAL NO BRASIL**. Monografia. Rio de Janeiro, 2001. Tese - Curso de Políticas e Estratégias Marítimas-CPM, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2001.

DELGADO, Luiz Carlos. **Base Industrial de Defesa: Análise da capacidade tecnológica das empresas nacionais do setor de defesa com vistas à demanda de sistemas navais a serem instalados na nova classe de corvetas da Marinha do Brasil**. Monografia. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/781>. Acesso em 21 mar. 2024.

DEFESA Aérea & Naval. *In: Transferência para o Setor Operativo do Navio-Patrolha “Macaé”*. Rio de Janeiro: Luiz Padilha, 6 set. 2012. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/transferencia-para-o-setor-operativo-do-navio-patrolha-macae>. Acesso em: 10 mai. 2024.

DEFESA Aérea & Naval. *In: Estaleiro fecha e Marinha tem prejuízo milionário*. Rio de Janeiro: Luiz Padilha, 21 dez. 2015. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/estaleiro-fecha-e-marinha-tem-prejuizo-milionario>. Acesso em: 10 mai. 2024.

DEFESA Aérea & Naval. *In: NPa 500 BR – O navio patrulha da Marinha*. Rio de Janeiro: Luiz Padilha, 13 dez. 2016. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/npa-500-br-o-navio-patrolha-da-marinha>. Acesso em: 14 mai. 2024.

DEFESA Aérea & Naval. *In: Fragata Tamandaré: Atech recebe a Marinha, Emgepron e SPE Águas Azuis no futuro laboratório de testes e integração do CMS e do IPMS*. Rio de Janeiro: Guilherme Wiltgen, 06 jun. 2022. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/fragata-tamandare-atech-recebe-a->

marinha-emgepron-e-spe-aguas-azuis-no-futuro-laboratorio-de-testes-e-integracao-do-cms-e-do-ipms. Acesso em: 14 jun. 2024.

DEFESA Aérea & Naval. *In: Programa Fragatas Classe Tamandaré: construção da primeira embarcação segue em ritmo acelerado*. [S. l.]: Guilherme Wiltgen, 16 out. 2023. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/programa-fragatas-classe-tamandare-construcao-da-primeira-embarcacao-segue-em-ritmo-acelerado>. Acesso em: 16 mai. 2024.

DINIZ, Rogerio Moreira. **O BRASIL E A BUSCA DE UMA IDENTIDADE SUL-ATLÂNTICA: A contribuição do Acordo de Cooperação Naval Brasil-Namíbia (1994 – 2010)**. 2019. 54p. Dissertação - Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores – CEMOS, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/845010>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FREIRE, Leonardo Gabriel. **PROGRAMA FRAGATA CLASSE TAMANDARÉ: Perspectivas para a Base Industrial de Defesa**. 2022. 48f. Dissertação - Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores, Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro: 2022. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br/egn/files/CEMOS_088_DIS_CC_CA_FREIRE.pdf. Acesso em: 01 mai. 2024

FREITAS, Élcio de Sá. **A BUSCA DE GRANDEZA**. Revista Marítima Brasileira, [s. l.], ed. 3ºT, p. 74, 2006. Disponível em: <https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/A-BUSCA-DE-GRANDEZA-I-RMB-AMRJ.pdf>. Acesso em: 21 mai.2024.

FREITAS, Élcio de Sá. **A BUSCA DE GRANDEZA (II)**. Revista Marítima Brasileira, [s. l.], ed. 2ºT, p. 89, 2007. Disponível em: <https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/A-BUSCA-DE-GRANDEZA-II-RMB-NACIONALIZAO.pdf>. Acesso em: 20 jun.2024.

FREITAS, Élcio de Sá. **A BUSCA DE GRANDEZA (V)**. Revista Marítima Brasileira, [s. l.], ed. 3ºT, 2011. Disponível em: https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/A-BUSCA-DA-GRANDEZA-V-RMB-CORVETA_BARROSO.pdf. Acesso em: 22 jun.2024.

FREITAS, Élcio de Sá. **A BUSCA DE GRANDEZA (VIII)**. 2012, 18f. Artigo – Revista Marítima Brasileira – 3º Trimestre 2012. Disponível em: https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/A-BUSCA-DA-GRANDEZA-VIII-RMB-MARINHA_E_INDUSTRIA_NAVAL.pdf. Acesso em: 04 mar.2024.

FREITAS, Élcio de Sá. **A Busca da Grandeza- Marinha, Tecnologia, Desenvolvimento e Defesa**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2014. 480p. ISBN 978-85-7047-104-8.

HÔNKIS, Rodrigo Otávio Fernandes de. **VISÃO ATUAL SOBRE A INDÚSTRIA DE DEFESA BRASILEIRA PAINEL C-PEM E C-EMOS**. ABIMDE. Rio de Janeiro.2022. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/egn/egn/node/419>. Acesso em: 22 jun. 2024.

JUNIOR, Helcio Homero Ghetti. **O EFEITO DA GLOBALIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE DEFESA NACIONAL - Os reflexos da globalização na indústria de construção militar naval brasileira.** 2010. 76p. Tese - Curso de Políticas e Estratégias Marítimas-CPEM, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/28481/1/00000756.pdf>. Acesso em 27 mai. 2024.

KOSSIAKOFF, Alexander; SWEET, William N.; SEYMOUR, Samuel J.; BIEMER, Steven M. **Systems Engineering: Principles and Practice.** 2º. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 614 p. ISBN 978-0-470-40548-2.

LIMA, Sandro A. **Base Industrial de Defesa:** Contribuições da Política de Conteúdo Local do BNDES para o seu Desenvolvimento. 2019. 65 f. Monografia – Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia, Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro: 2019. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/bitstream/123456789/842/1/SANDRO%20ALVES%20LIMA.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

MAGALHÃES SOUSA, Leonardo de. **ANÁLISE DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO CODAD NO PROJETO DAS FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ.** 2020. 51p. Monografia - Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Propulsão Naval – CAAPN, Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/844659>. Acesso em: 10 mai. 2024.

MARTINI, Fernando. **Classe ‘Tamandaré’: capitalizações, ToTs e compensações.** 2022. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2022/07/15/classe-tamandarecapitalizacoes-tots-e-compensacoes>. Acesso em 19 abr. 2024

MENEZES, J. A. V. Cunha. Almirante de Esquadra, Diretor Geral do Material da Marinha. Programa das Fragatas Classe Tamandaré. Palestra ministrada na 42ª Reunião Ordinária do Rotary Club Rio de Janeiro Ipanema. Rio de Janeiro, 20 mai. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WHPPqp2lun0>. Acesso em: 01 ago. 2024

MUNIZ, Jefferson Gomes de Carvalho. **UM MERGULHO NO OFFSET DO PROGRAMA DE SUBMARINOS DA MARINHA - Uma alternativa para o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa.** 2021. 78p. Dissertação - Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores – CEMOS, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/845682>. Acesso em: 23 mai. 2024.

NOGUEIRA, Wilson Soares Ferreira. **A ESTRATÉGIA NAVAL BRASILEIRA E O DESENVOLVIMENTO DE SUA BASE LOGÍSTICA DE DEFESA.** 2014. 279p. Dissertação apresentada à Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Estudos Estratégicos. Niterói. 2014. Disponível em: <https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2021/01/nogueirawilson.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2024.

OLIVEIRA, Ângelo Augusto Santos. **A indústria de defesa na cooperação Brasil-Portugal: impacto na segurança atlântica**. Orientador: Professor Doutor Jorge Bacelar Gouveia. 2015. 236 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Direito e Segurança) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2015. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/17142/1/Oliveira_2015.pdf. Acesso em 01 ago 2024.

PEREIRA, Jorge Antônio Coutinho. **A CAPACIDADE DE CONSTRUÇÃO NAVAL NO PAÍS E O PROGRAMA DE REAPARELHAMENTO DA MARINHA - O potencial dos estaleiros brasileiros e do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro**. 2019. 89p. Tese - Curso de Políticas e Estratégias Marítimas-CPEM, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.sdm.mar.mil.br/handle/ripcmb/844606?mode=full>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PINTO, Guilherme da Penha. **Economia da Defesa Naval, Poder Naval e Efeitos dos Investimentos**. 2019. 233f. Porto Alegre. Tese apresentada como requisito para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2019. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8740/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

PODER Naval. *In: Assinado acordo entre Navantia e MTU, relativo a motores navais*. Brasil: Fernando “Nunão” De Martini, 11 jan. 2012. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2012/01/11/assinado-acordo-entre-navantia-e-mtu-relativo-a-motores-navais/>. Acesso em: 17 jun. 2024.

PODER Naval. *In: As corvetas classe ‘Inhaúma’ e ‘Barroso’*. Brasil: Alexandre Galante, 27 dez. 2015. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2015/12/27/as-corvetas-classe-inhauma-e-barroso/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

PODER Naval. *In: Partida do Navio-Escola Brasil para a XXXII Viagem de Instrução de Guardas-Marinha*. Rio de Janeiro: Alexandre Galante, 19 jun. 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/07/19/partida-do-navio-escola-brasil-para-a-xxxii-viagem-de-instrucao-de-guardas-marinha/>. Acesso em: 6 maio 2024.

PODER Naval. *In: Marinha compra quatro fragatas por R\$ 9,1 bilhões*. Rio de Janeiro: Alexandre Galante, 4 mar. 2020. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2020/03/04/marinha-compra-quatro-fragatas-por-r-91-bilhoes/>. Acesso em: 14 mai. 2024.

PODER Naval. **Imagens Históricas: Fragatas Classe ‘Niterói’ (Vosper Mk.10) em fotos do construtor**. [S. l.]: Alexandre Galante, 6 out. 2023a. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2023/10/06/imagens-historicas-fragatas-classe-niteroi-vosper-mk-10-em-fotos-do-construtor/>. Acesso em: 4 mai. 2024.

PODER Naval. *In: AMRJ prontifica 90% da estrutura do casco do NPa Mangaratiba*. Rio de Janeiro: Redação Forças de Defesa, 4 nov. 2023b. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2023/11/04/amrj-prontifica-90-da-estrutura-do-casco-do-npa-mangaratiba/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PROSUB: SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR, VAMOS CONSTRUI-LO! *In: Transferência de Tecnologia*. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 8 abr. 2019a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/prosub/transferencia-tecnologia-convencional>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PROSUB: SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR, VAMOS CONSTRUI-LO! *In: Benefícios Tecnológicos*. Rio de Janeiro, 8 abr. 2019b. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/prosub/beneficios-tecnologico>. Acesso em: 13 mai. 2024.

PROSUB: SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR, VAMOS CONSTRUI-LO! *In: Nacionalização*. Rio de Janeiro, 26 mar. 2024. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/prosub/nacionalizacao>. Acesso em: 01 ago. 2024.

PORTOS e Navios. *In: NPa 500 ajudará a medir capacidade de nacionalização da indústria*. Rio de Janeiro: Danilo Oliveira, 28 ago. 2023. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/especial-navalshore/npa-500-ajudara-a-medir-capacidade-de-nacionalizacao-da-industria>. Acesso em: 14 mai. 2024.

SAID, Iunis Távora. **O Desenvolvimento de Tecnologias de Caráter Dual pela Indústria de Defesa Brasileira: os desafios atuais da indústria nacional de defesa - tecnologia naval dual e novas tendências**. 2016. 87 f. Tese - Curso de Curso de Políticas e Estratégias Marítimas-CPEM, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/28520/1/00001467.pdf>. Acesso em 12 jun. 2024.

SALES, Patrick Del Bosco de. **Os Programas de Reaparelhamento da Marinha do Brasil na República (1904-2014)**. 2015. 136 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Administração) - FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/73a3e218-1436-4fe4-9fce-481fed48f757/content>. Acesso em: 8 mai. 2024.

SANTOS, Roberto M. Moura. **Os Clusters e as Oportunidades da Indústria Naval Brasileira no Programa de Fragatas Classe Tamandaré**. Apresentação Firjan. Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <https://www.clusternaval.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Programa-de-Fragatas-Classe-Tamadar%C3%A9-2.pdf>. Acesso em: 24 mar.2024.

SINAVAL. *In: Fragatas ‘Classe Tamandaré’ estão em fase avançada de configuração*. Rio de Janeiro, 11 jun. 2021. Disponível em: <http://sinaval.org.br/2021/06/fragatas-classe-tamandare-estao-em-fase-avancada-de-configuracao/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

SINAVAL. *In: Base para fragatas: Fornecedores dialogam sobre equipamentos e serviços a serem contratados*. Rio de Janeiro, 26 out. 2021a. Disponível em:

<http://sinaval.org.br/2021/10/base-para-fragatas-fornecedores-dialogam-sobre-equipamentos-e-servicos-a-serem-contratados/>. Acesso em: 08 ago. 2024

SOUSA, José Carlos Coelho de. **Uma história das fragatas: um depoimento pessoal**. Rio de Janeiro. Clube Naval, 2001.

WALDEN, DAVID D. *et al.* **SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK: A GUIDE FOR SYSTEM LIFE CYCLE PROCESSES AND ACTIVITIES**. 5º. ed. San Diego, CA, USA: International Council on Systems Engineering (INCOSE), 2023. 402 p. ISBN 9781119814290.

FIGURAS

FIGURA 6 - Fragata Niterói em provas de mar na Inglaterra - 09/01/1976



Fonte: Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2023/10/06/imagens-historicas-fragatas-classe-niteroi-vosper-mk-10-em-fotos-do-construtor/>. Acesso em: 04 mai. 2024.

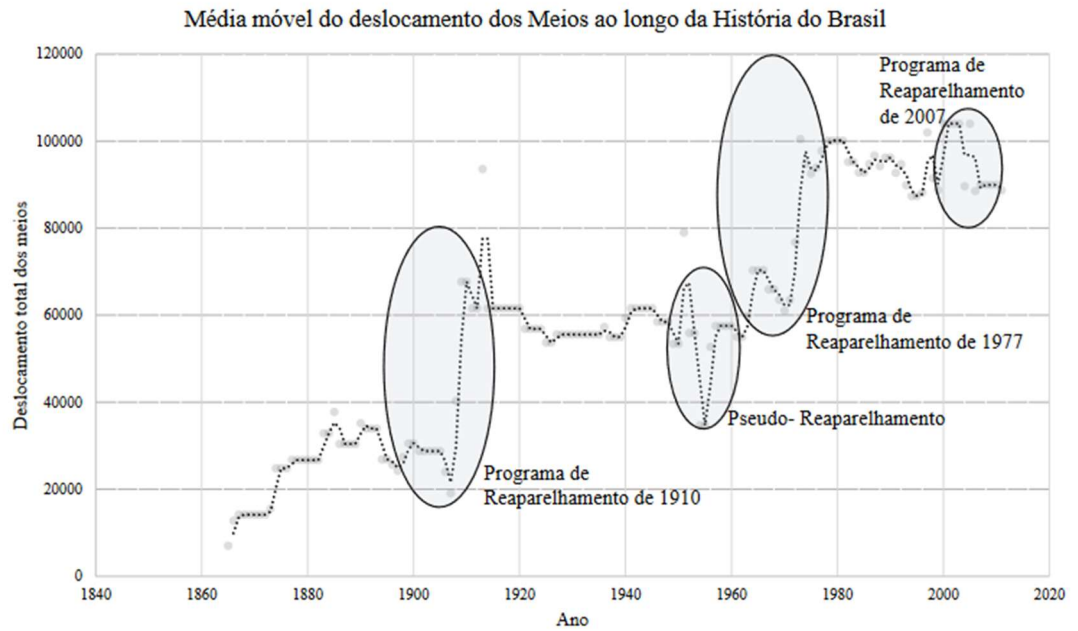
FIGURA 7 - Concepção em 3D da futura classe “Tamandaré”



Fonte: Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2020/03/04/marinha-compra-quatro-fragatas-por-r-91-bilhoes/> Acesso em: 05 mai.2024.

Gráficos

Gráfico1- Deslocamento dos meios no Brasil desde 1860 até 2011



Fonte: Crisher e Souva, 2014.

(Sales Patrick - FGV, 2015, p.16)