

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

ETM FRANCISCO CARLOS PEREIRA GUIMARÃES

TORPEDO MK48 MOD 6AT: Importância estratégica para a Marinha do Brasil

Rio de Janeiro

2022

ETM FRANCISCO CARLOS PEREIRA GUIMARÃES

TORPEDO MK48 MOD 6AT: Importância estratégica para a Marinha do Brasil

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

Orientador: CMG Alexandre Rocha Violante

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2022

A meus filhos, Tamires, Tiago e Taísa e a minha esposa Teresa Cristina, pelo amor, paciência, confiança, carinho e força em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

Aos meus pais Lourival Freire Guimarães (*in memoriam*) e Melina Pereira Guimarães, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao meu orientador CMG Alexandre Rocha Violante, pela orientação, paciência e, principalmente, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos professores da Escola de Guerra Naval - EGN, pelas lições de saber.

Aos colegas da Turma do Curso de Política e Estratégia Marítimas - C-PEM 2022, pela convivência e pelo conhecimento compartilhado.

“Dotado de uma capacidade adequada de defesa, o Brasil terá condições de dissuadir agressões a seu território, a sua população e a seus interesses, contribuindo para a manutenção de um ambiente pacífico em seu entorno.”

Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2012, p. 51)

RESUMO

Os torpedos pesados são armamentos que aumentam o poder de dissuasão de um submarino, pois estes podem restringir a presença de forças hostis nos limites das águas sob jurisdição de um país. Além disso, os torpedos podem causar danos ao inimigo em um eventual confronto, contribuindo para a manutenção da soberania marítima. O torpedo padrão da Marinha do Brasil é, atualmente, o torpedo pesado MK48 Mod 6AT, de origem norte-americana. O objetivo do presente estudo é analisar a importância estratégica dos torpedos pesados da MB e seus meios de lançamento e a possibilidade dos Torpedos MK48 Mod 6AT continuarem em operação nos submarinos convencionais modernos (em construção no PROSUB) e no SCPN-BR, como armamento alternativo. Esta pesquisa foi elaborada a partir de fontes primárias, como normas, publicações e artigos de periódicos, e fontes secundárias, como material disponibilizado na Internet, na biblioteca da Escola de Guerra Naval e na Rede de Bibliotecas Integradas da Marinha. A Marinha do Brasil utiliza os submarinos convencionais das Classes Tupi, Tikuna e Riachuelo. As duas primeiras classes operam com o modelo de torpedo pesado norte-americano MK48 Mod 6AT e a Classe Riachuelo, a mais recente fabricada no Brasil, opera com o torpedo pesado franco-alemão F21. A MB tem a intenção de manter os submarinos das Classes Tupi e Tikuna em funcionamento até a década de 2030. Após esse período, vão restar em atividade os submarinos da Classe Riachuelo. A possibilidade de utilizar esses torpedos nesta classe existe, e manter o Torpedo MK48 Mod 6AT em atividade pode ser interessante para a MB, como forma de aumentar o seu poder dissuasório. Conclui-se que é possível utilizar o Torpedo MK48 Mod 6AT nos novos submarinos. Para tanto, na Classe Riachuelo devem ser feitas adaptações no tubo de lançamento do torpedo para testes com a utilização do *Torpedo Control Panel*. No SCPN-BR, além das adaptações no tubo de lançamento, serão necessárias modificações nos torpedos, para que seja possível lançá-los pelo método de descarga positiva. Dessa forma será possível aumentar o poder dissuasório dos submarinos e contornar o cerceamento tecnológico que possa vir a ocorrer. Sugere-se a utilização de ambos os torpedos pela MB, até que o Brasil possua autonomia de produzir seus próprios torpedos pesados.

Palavras-chave: Armamento. Dissuasão. Poder Naval. PROSUB. Submarino.

ABSTRACT

Heavy torpedoes are weapons that increase the dissuasion power of a submarine; they can restrict the presence of hostile forces within the limits of waters under a country's jurisdiction. In addition, torpedoes can cause damage to the enemy in an eventual conflict, contributing to the maintenance of maritime sovereignty. The Brazilian Navy's standard torpedo is currently the heavy torpedo MK48 Mod 6AT, from the United States of America. This study aims to analyze the strategic importance of the Brazilian Navy's heavy torpedoes and their means of launching and the possibility of the MK48 Mod 6AT Torpedoes continuing in operation in modern conventional submarines (under construction at PROSUB) and in the Brazilian Nuclear Powered Conventional Submarine, as an alternative weapon. This research was prepared from primary sources, such as standards, publications, and journal articles, and secondary sources, such as material available on the Internet, in the library of the Naval War College, and the Network of Integrated Libraries of the Navy. The Brazilian Navy uses conventional Tupi, Tikuna, and Riachuelo Classes submarines. The first two classes operate with the North American MK48 Mod 6AT heavy torpedo model and the Riachuelo Class, the most recently manufactured in Brazil, operates with the Franco-German F21 heavy torpedo. The Brazilian Navy intends to keep the Tupi and Tikuna Classes submarines in operation until the 2030s. After this period, the Riachuelo Class submarines will remain in activity. The possibility of using these torpedoes in this class exists, and keeping the Torpedo MK48 Mod 6AT in activity can be interesting for the Brazilian Navy, as a way to increase its dissuasion power. It is concluded that it is possible to use the Torpedo MK48 Mod 6AT in new submarines. Therefore, in the Riachuelo Class, adjustments must be made to the torpedo launch tube for tests using the Torpedo Control Panel. In Brazilian Nuclear Powered Conventional Submarines, in addition to adaptations to the launch tube, modifications to the torpedoes will be necessary, so that it will be possible to launch them using the positive discharge method. In this way, it will be possible to increase the dissuasion power of submarines and circumvent the technological restrictions that may occur. It is suggested to use both torpedoes by the Brazilian Navy until Brazil has the autonomy to produce its heavy torpedoes.

Keywords: Armament. Dissuasion. Naval Power. PROSUB. Submarine.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Diagrama esquemático mostrando os limites marítimos da plataforma continental com os diversos domínios fisiográficos da margem.....	19
Figura 2.	Área oceânica que compõe a Amazônia Azul: em azul claro, as áreas sob jurisdição nacional e em azul escuro, as áreas solicitadas para ampliação do limite exterior da plataforma continental.....	22
Figura 3.	Submarino Tupi navegando no Rio de Janeiro, em 2007.....	43
Figura 4.	Inauguração do Submarino Tikuna, em 2005.....	44
Figura 5.	Lançamento do Submarino Riachuelo S40.....	48
Figura 6.	Lançamento do Submarino Humaitá, em 2020.....	51
Figura 7.	Comparação das dimensões dos Submarinos <i>Scorpène</i> e S-BR (Riachuelo).....	52
Figura 8.	Ilustração comparando o tamanho e a propulsão diesel-elétrica do S-BR e a propulsão nuclear do SCPN-BR.....	53
Figura 9.	Carregamento do MK24 <i>Tigerfish</i> no Submarino Tapajó.....	59
Figura 10.	Seções do Torpedo MK48 ADCAP.....	62
Figura 11.	Torpedo F21.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Histórico de submarinos incorporados à Marinha do Brasil.....	40
Quadro 2.	Características dos submarinos convencionais e de propulsão nuclear brasileiros e a da Classe <i>Scorpène</i>	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIP	– <i>Air Independent Propulsion</i>
AJB	– Águas Jurisdicionais Brasileiras
AMRJ	– Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro
CBS	– Consórcio Baía de Sepetiba
CIRM	– Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CLA	– Centro de Lançamento de Alcântara
CLPC	– Comissão de Limites da Plataforma Continental
CNUDM	– Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
DCNS	– <i>Direction des Constructions Navales et Services</i>
EBN	– Estaleiro e Base Naval
END	– Estratégia Nacional de Defesa
EUA	– Estados Unidos da América
F	– Submarino da Classe Foca
GAS	– Guerra Antissubmarino
HDW	– <i>Howaldtswerken Deutsche Werft AG</i>
ICN	– Itaguaí Construções Navais S.A.
IKL	– <i>Ingenieur Kontor Lubeck</i>
LBDN	– Livro Branco de Defesa Nacional
LEPLAC	– Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira
MB	– Marinha do Brasil
MESMA	– <i>Module d’Energie Sous-Marine Autonome</i>
MK48 ADCAP	– Torpedo Pesado Mark 48 <i>Advanced Capability</i>
MK48 Mod 6AT	– Torpedo Pesado Mark 48 Mod 6 <i>Advanced Technology</i>
MN	– Milhas Náuticas
MT	– Mar Territorial
NUCLEP	– Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.
OEA	– Organização dos Estados Americanos

ONU	– Organização das Nações Unidas
PC	– Plataforma Continental
PCE	– Plataforma Continental Estendida
PETROBRAS	– Empresa Brasileira de Petróleo S.A.
PROSUB	– Programa de Desenvolvimento de Submarinos
RN	– <i>Royal Navy</i>
S-BR	– Submarino da Classe Riachuelo
SCPN-BR	– Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro
SNAC	– Submarino Nacional
SUBTICS	– <i>Submarine Tactical Integrated Combat System</i>
TCP	– <i>Torpedo Control Panel</i>
TIAR	– Tratado Interamericano de Assistência Recíproca
TNP	– Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares
UFEM	– Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas
X PSRM	– X Plano Setorial para os Recursos do Mar
ZC	– Zona Contígua
ZEE	– Zona Econômica Exclusiva
ZP	– Zona de Patrulha

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	AS ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS E O PODER NAVAL.....	18
2.1	As novas ameaças e as ameaças tradicionais às Águas Jurisdicionais Brasileiras.....	21
2.2	A indústria de defesa naval do Brasil.....	26
2.2.1	A importância dos submarinos para o Poder Naval na Marinha do Brasil.....	28
2.2.2	Tipos de submarinos.....	30
2.3	O cerceamento das grandes potências aos projetos estratégicos militares-navais do Brasil.....	34
3	BREVE HISTÓRICO DOS SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL.....	38
3.1	Contexto histórico dos submarinos das Classes Tupi (IKL 209-1400) e Tikuna (IKL 209-1500).....	41
3.2	Contexto histórico dos submarinos da Classe Riachuelo (S-BR).....	45
3.3	Características dos submarinos das Classes Tupi (IKL 209-1400) e Tikuna (IKL 209-1500).....	48
3.4	Características dos submarinos da Classe Riachuelo (S-BR).....	50
3.5	Características do Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro (SCPN-BR).....	53
4	ARMAMENTOS DOS SUBMARINOS: a importância dos recentes torpedos pesados da Marinha do Brasil.....	55
4.1	Minas, Mísseis e Torpedos.....	55
4.2	Torpedo MK24 <i>Tigerfish</i>	58
4.3	Torpedo 2000.....	60
4.4	Torpedo MK48 Mod 6AT.....	61
4.5	Torpedo F21.....	64

5	PERSPECTIVAS FUTURAS DO USO DO MK48 MOD 6AT NA CLASSE S-BR E NO SCPN-BR.....	66
5.1	A utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT nas Classes Tupi e Tikuna.....	67
5.2	A utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT na Classe Riachuelo e no SCPN-BR.....	68
6	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A Marinha do Brasil (MB) tem como missão “preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a Defesa da Pátria” e, dentro da sua visão de futuro, a MB

será uma Força moderna, aprestada e motivada, com alto grau de independência tecnológica, de dimensão compatível com a estatura político-estratégica do Brasil no cenário internacional, capaz de contribuir para a defesa da Pátria e salvaguarda dos interesses nacionais, no mar e em águas interiores, em sintonia com os anseios da sociedade (MARINHA DO BRASIL, 2020, p. 51).

Contudo, o controle do território é difícil, devido a sua vasta área e ausência de fronteira delimitada fisicamente. Nesse intuito é necessário empregar meios capazes de defendê-lo e inibir potenciais ameaças.

De acordo com a Política Nacional de Defesa (PND) (BRASIL, 2020a, p.16), “nos últimos anos tem crescido o espectro do conflito estratégico militar entre as maiores potências e ressurgido a competição pela supremacia global”. A Estratégia Nacional de Defesa (END) ressalta, também, que “as relações internacionais se mantêm instáveis” e podem ter “desdobramentos, por vezes, imprevisíveis” (BRASIL, 2020b, p. 31). O Brasil pode ser afetado por "desdobramentos" de tensões em países vizinhos. É possível que tenha de intervir em nações vizinhas ou reagir militarmente a uma eventual agressão. "O País poderá ver-se motivado a contribuir para a solução de eventuais controvérsias ou mesmo para defender seus interesses" (BRASIL, 2020b, p. 17).

De acordo com a END (BRASIL, 2020b), o Estado é o responsável por coordenar as ações relacionadas à Segurança e Defesa Nacionais. A MB deve preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a defesa da Pátria. O Poder Naval precisa possuir meios capazes de detectar, identificar e neutralizar ações que possam representar ameaça nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). A END (BRASIL, 2020b) estabelece, dentre as tarefas básicas do Poder Naval, o controle da área marítima, a negação do uso do mar, a projeção de poder sobre terra e a contribuição para a dissuasão.

O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) está entre as iniciativas que contribuem para que a MB amplie sua capacidade de realizar as quatro tarefas básicas do Poder Naval. O submarino é uma arma complexa e um recurso indispensável nessa estratégia de defesa marítima (TILLY, 2006; HECHT, 2007; IISS, 2013). O submarino possui vantagens

táticas, já que possui mobilidade, caráter ofensivo e a realização de operações submersas que causam surpresas ao oponente (HECHT, 2007).

Os torpedos pesados são armamentos que incrementam o poder de dissuasão de um submarino, visto que, em sua ausência, o submarino deixa de infringir danos ao inimigo em um eventual confronto, não contribuindo para a manutenção da soberania marítima (ERVILHA, 2011). O torpedo padrão da MB é, atualmente, o MK48 Mod 6AT (Torpedo Pesado Mark 48 Mod 6 *Advanced Technology*), de origem norte-americana, lançado pelos submarinos das Classes Tupi e Tikuna e projetado para ter eficácia contra navios – inclusive submarinos. Atua tanto em ambientes litorâneos quanto em águas profundas e utiliza *Otto Fuel II* como propulsor (CASTRO, R., 2012; HILLS, 1982).

Novos e modernos submarinos, como os da Classe Riachuelo (S-BR) e o Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro (SCPN-BR), estão em processo de desenvolvimento e produção. Eles são derivados do modelo *Scorpène*, fabricado pelo grupo francês *Direction des Constructions Navales et Services* (DCNS) que, a partir de 2017, passou a se chamar *Naval Group*. Em seus projetos de construção, esses modelos (S-BR e SCPN-BR) devem ser equipados com Torpedos F21, desenvolvidos pela empresa (FIGUEIRA e PORTO, 2020).

Tendo em vista que a MB fez um grande investimento na implementação e na manutenção do MK48 Mod 6AT e que este já foi testado e funciona de maneira eficaz e segura, seria relevante estudar a possibilidade da implementação do Torpedo MK48 Mod 6AT nos projetos dos submarinos da Classe Riachuelo e no SCPN-BR, como armamento alternativo, com o objetivo de aumentar o poder dissuasório desses submarinos.

Os Torpedos MK48 Mod 6AT têm origem nos Estados Unidos da América (EUA) e os F21 têm origem predominantemente francesa, em parceria com a Empresa *Atlas Elektronik*, de origem alemã. Garantir a operacionalidade dos Torpedos MK48 Mod 6AT, além de aproveitar um equipamento que já está pronto para uso, permite que a MB possua duas fontes distintas de fornecimento de armamento. Dessa forma, o país ficaria menos dependente de um único fornecedor, ante a possíveis cerceamentos das grandes potências, principalmente ao desenvolvimento do SCPN-BR, o que aumentaria seu poder de dissuasão, já que possuiria uma maior variedade de armamentos à disposição.

Inserido no tema da tese: “Política de manutenção de meios navais”, este trabalho procurou limitar seu objeto de pesquisa aos recentes submarinos e torpedos pesados

utilizados na MB, mais precisamente no uso dos torpedos pesados MK48 Mod 6AT. De acordo com o EMA-400, o conceito de manutenção é “o conjunto de atividades que são executadas visando manter o material das forças e demais OM¹ da MB na melhor condição para emprego e, quando houver avarias, reconduzi-lo àquela condição”. Ainda segundo o EMA-400, as Atividades da Função Logística Manutenção compreendem “o levantamento das necessidades, a manutenção preventiva, a manutenção modificadora e a manutenção corretiva”. Sendo que o levantamento das necessidades refere-se “a determinar as carências de instalações, pessoal e material para o apoio de manutenção em uma situação específica” (BRASIL, 2003).

O torpedo pesado MK48 Mod 6AT é, atualmente, utilizado pela MB e já possui as instalações e pessoal necessários para o seu funcionamento. Entretanto, o material responsável pelo seu lançamento ao mar, os submarinos das Classes Tupi e Tikuna, está se encaminhando para o final de sua vida útil. Dessa forma, é necessário encontrar uma alternativa para esse torpedo manter-se em condições para emprego, de forma a beneficiar a MB.

O problema desta pesquisa/a questão central da tese refere-se à possibilidade de manter o torpedo pesado MK48 Mod 6AT em operação com os novos submarinos em desenvolvimento no Brasil da Classe Riachuelo e no SCPN-BR, após o descomissionamento das Classes Tupi e Tikuna, como forma de contornar possíveis cerceamentos tecnológicos de grandes potências do cenário internacional.

Assim, o objetivo geral do presente estudo é analisar a importância estratégica dos torpedos pesados da MB e seus meios de lançamento e a possibilidade dos Torpedos MK48 Mod 6AT continuarem em operação nos submarinos convencionais modernos (em construção no PROSUB) e no SCPN-BR, como armamento alternativo. Os objetivos específicos são: a) discutir a importância da proteção das Águas Jurisdicionais Brasileiras por uma Força Naval crível e com autonomia frente ao possível cerceamento tecnológico de outras potências; b) discutir as classes de submarinos utilizados pela MB; c) analisar a história dos torpedos pesados e sua importância para a MB; e, por fim, d) analisar a implementação dos torpedos pesados MK48 Mod 6AT nas Classes Tupi e Tikuna e o possível uso desses torpedos na Classe Riachuelo e no SCPN-BR.

¹ Organizações Militares

O presente estudo apresenta características de uma pesquisa exploratória, pois é fundamentado em um levantamento bibliográfico que proporciona um maior conhecimento dos assuntos envolvidos, fornecendo subsídios para ampliar o conhecimento na área e fomentar ações estratégicas e operacionais para possibilitar a utilização do Torpedo MK48 Mod 6AT nas outras classes de submarinos nacionais.

De acordo com Gil (2002), as pesquisas exploratórias são as que têm por objetivo familiarizar-se com o problema, desenvolvendo, esclarecendo, modificando conceitos e ideias, visando torná-lo mais explícito ou estabelecer hipóteses que possam ser pesquisadas posteriormente. Trata-se de um tipo de pesquisa que apresenta menor rigidez no planejamento, que possibilita a consideração dos mais variados aspectos relacionados ao fato estudado. Elas são desenvolvidas, principalmente, para proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato.

Esta pesquisa foi elaborada a partir de fontes primárias, como normas, publicações e artigos de periódicos, e fontes secundárias, como material disponibilizado na Internet e outros, que foram consultados na biblioteca da Escola de Guerra Naval (EGN), na Rede de Bibliotecas Integradas da Marinha (Rede BIM) ou por meio de *sites* de pesquisa em fonte aberta. Dessa forma, possibilitou-se discutir e analisar o tema em questão proporcionando a construção de um arcabouço teórico crível para as análises e conclusões da tese.

A tese é estruturada em seis capítulos, sendo o primeiro de introdução e o sexto de conclusão; há quatro capítulos de desenvolvimento dos assuntos correlacionados ao tema, cada um referente a um objetivo específico. Assim, o primeiro capítulo apresenta o tema conceitualmente, delimitando-o quanto ao problema de pesquisa, sua questão fundamental, a relevância de sua investigação e justificativa, além de estabelecer seus objetivos e a metodologia utilizada para alcançá-los.

O segundo capítulo apresenta os pressupostos teóricos quanto às questões estratégicas do tema e discute a importância da proteção das AJB por uma Força Naval crível diante das novas e tradicionais ameaças. Para tanto, é relevante destacar a indústria de defesa naval do Brasil, a importância e os tipos de submarinos da MB, além do cerceamento das grandes potências aos projetos estratégicos militares-navais do Brasil.

No capítulo três é apresentado um breve histórico dos submarinos da MB, com ênfase nas Classes Tupi, Tikuna e Riachuelo. São relatados os programas que envolveram o desenvolvimento desses meios, bem como suas características, inclusive do SCPN-BR.

No quarto capítulo são descritos os armamentos utilizados pelos submarinos, como minas, mísseis e torpedos, e é analisada a importância dos recentes torpedos pesados na MB.

No capítulo cinco é analisada a implementação dos Torpedos MK48 Mod 6AT nas Classes Tupi e Tikuna, inserida nos conceitos apresentados nos capítulos três e quatro e a possibilidade da utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT na nova classe de Submarinos Riachuelo e no SCPN-BR pela MB. O sexto capítulo apresenta a conclusão do estudo.

2 AS ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS E O PODER NAVAL

Para analisar a importância estratégica dos torpedos pesados e das classes recentes de submarinos da MB, a princípio, é necessário entender o porquê de a Força Naval necessitar desses equipamentos. Neste capítulo, são apresentadas e discutidas a importância da proteção das AJB devido às novas e tradicionais ameaças, a importância da indústria de defesa naval do Brasil, bem como o cerceamento das grandes potências aos projetos estratégicos militares-navais do Brasil.

O Atlântico Sul é uma área de interesse geoestratégico para o Brasil e a proteção dos recursos naturais existentes nas águas, no leito e no subsolo marinho, sob jurisdição, é uma prioridade do País. O Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) conceitua como AJB

as águas interiores e os espaços marítimos nos quais o Brasil exerce jurisdição, em algum grau, sobre atividades, pessoas, instalações, embarcações e recursos naturais vivos e não vivos, encontrados na massa líquida, no leito ou no subsolo marinho, para os fins de controle e fiscalização, dentro dos limites da legislação internacional e nacional (BRASIL, 2020c, p. 188).

A área oceânica possui um total aproximado de 5,7 milhões de km² e compreende o Mar Territorial (MT), a Zona Contígua (ZC), a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a Plataforma Continental (PC)² (BRASIL, 2020c). A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) estabeleceu um MT de 12 milhas náuticas (MN), determinadas a partir de uma linha de base no continente e uma ZC, adjacente ao MT, que abrange de 12 até 24 MN. Enquanto a ZEE compreende a área de até as 200 MN do litoral, onde o Brasil tem direito de exploração dos recursos naturais (vivos, não vivos, na superfície e no subsolo marinho), a PC compreende o leito e o subsolo das áreas marítimas que vai até o bordo exterior da margem continental, ou até o limite de 200 MN das linhas de base, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não alcance essa distância. A Figura 1 apresenta os limites marítimos desde a linha de costa até a região de águas ultraprofundas.

A Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993, que dispõe sobre o Mar Territorial, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental, e dá outras providências, por meio do parágrafo único do seu artigo 11, indica que “o limite exterior da plataforma continental será

² A ZEE brasileira compreende uma área oceânica aproximada de 3,6 milhões de km², que, somada aos 2,1 milhões de km² de Plataforma Continental Estendida (PCE) situados além das 200 milhas náuticas e reivindicados junto à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da Organização das Nações Unidas (ONU), perfaz um total aproximado de 5,7 milhões de km² (BRASIL, 2020c).

fixado de conformidade com os critérios estabelecidos no art. 76 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, celebrada em *Montego Bay*, em 10 de dezembro de 1982” (BRASIL, 1993). Para o Brasil, entrou em vigor em 16 de novembro de 1994, de acordo com o Decreto nº 1.530, de 22 de junho de 1995 (BRASIL, 1995).

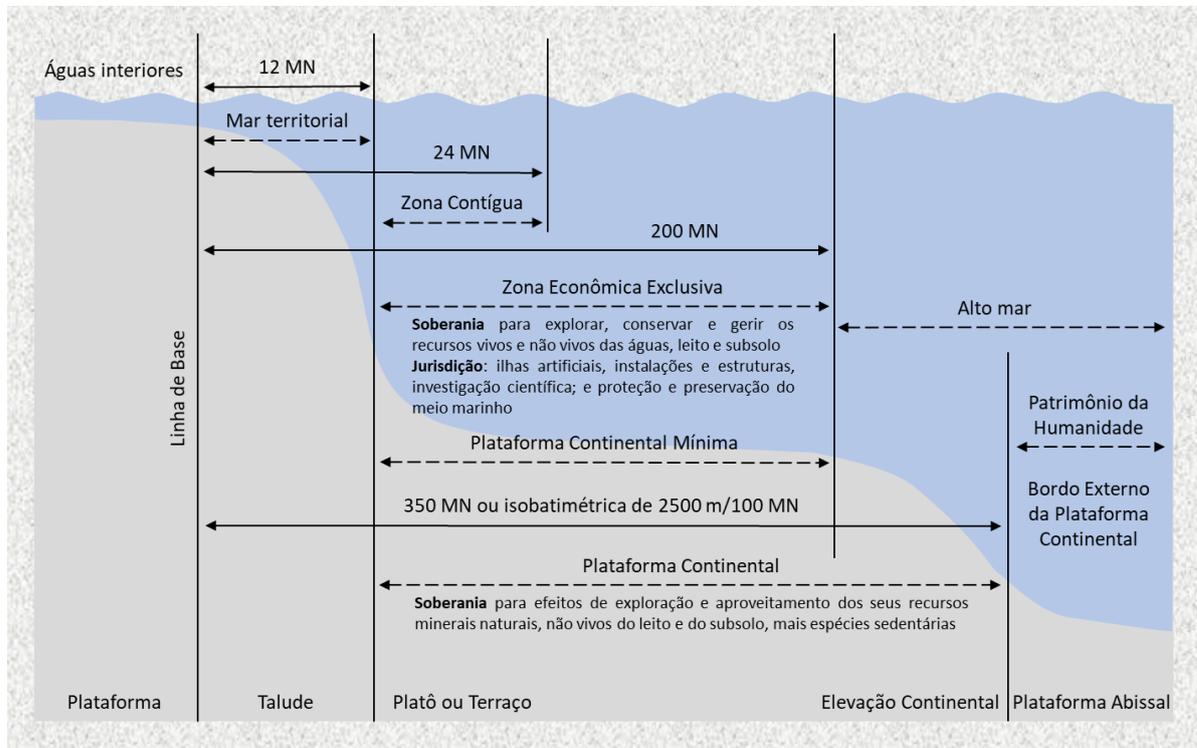


Figura 1. Diagrama esquemático mostrando os limites marítimos da plataforma continental com os diversos domínios fisiográficos da margem. Fonte: Adaptado de Brasil (2020c).

O Estado costeiro poderá pleitear junto à Organização das Nações Unidas (ONU)³, caso a margem continental se estenda além das 200 MN, o prolongamento da PC, até um limite de 350 MN (648 km), chamada de Plataforma Continental Estendida (PCE), que precisa ser demonstrado, tecnicamente, mediante os adequados levantamentos (COLBERT e SOUZA, 2021).

Por meio do Decreto nº 98.145, de 15 de setembro de 1989, foi instituído o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC) com o intuito de estabelecer o limite exterior da PC no seu enfoque jurídico, ou seja, definir a área marítima, além das 200 MN, na qual o Brasil exercerá direitos de soberania para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais do subsolo e do leito marinho (BRASIL, 1989). O LEPLAC permitirá que o

³ Mais informações em: *Commission on the Limits of the Continental Shelf* (CLCS, 2019). Disponível em: <https://www.un.org/Depts/los/clcs_new/clcs_home.htm>. Acesso em 15 jun. 2022.

Brasil incorpore, a partir das linhas de base, uma extensa área além das 200 MN, conforme os Artigos 76 e 77 da CNUDM⁴.

Com o intuito de pleitear a extensão da PC, sob a coordenação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), foram desenvolvidas atividades pela Comunidade Científica Brasileira, Empresa Brasileira de Petróleo S.A. (PETROBRAS) e Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN). Cerca de 330.000 km² de perfis sísmicos, batimétricos, magnetométricos e gravimétricos foram coletados ao longo de toda a extensão da margem continental brasileira, nessa primeira fase de aquisição de dados (CIRM, 2019).

Assim, em 17 de maio de 2004, a Proposta de Limite Exterior da Plataforma Continental Brasileira foi encaminhada à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da ONU e, no período de 30 de agosto a 17 de setembro de 2004, houve a sua apresentação e defesa. Em abril de 2007, após a conclusão da análise da proposta, a CLPC encaminhou suas sugestões ao Governo Brasileiro e, por não atenderem ao que foi pleiteado na sua totalidade, o Brasil optou por não aceitá-las (CIRM, 2019).

Após a decisão da CIRM de elaborar uma Proposta Revista de Limite Exterior da Plataforma Continental Brasileira, iniciou-se a segunda fase do LEPLAC, quando foram adquiridos cerca de 440.000 km² de perfis de dados. Nessa proposta, a margem continental brasileira foi dividida em três áreas distintas: Região Sul, Margem Equatorial e Margem Oriental/Meridional (CIRM, 2019).

A Região Sul, inserida em parte da Margem Meridional, teve a sua proposta conduzida à ONU em abril de 2015 e apresentada à Comissão de Limites em 25 de agosto do mesmo ano. Em março de 2019, a CLPC consentiu o Limite Exterior proposto pelo Brasil relativo a essa submissão (CIRM, 2019). No dia 11 de junho de 2019, a CLPC publicou, em seu portal da ONU na Internet, recomendação na qual legitimou ao Brasil incorporar 170.000 km² de área de PC, na Região Sul, além da ZEE (MARINHA DO BRASIL, 2019; BRASIL, 2020c). A proposta referente à Margem Equatorial foi encaminhada à ONU em 8 de setembro de 2017 e a da margem Oriental/Meridional com a inclusão da Elevação de Rio Grande (ERG) foi encaminhada em 7

⁴ Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar – CNUDM (BRASIL, 1995). Disponível em: <https://www.unbciencia.unb.br/images/Noticias/2019/12Dez/Convencao_das_Nacoes_Unidas_sobre_Direito_do_Mar_Montego_Bay.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

de dezembro de 2018⁵. As análises dos pedidos relativos a essas regiões estão sendo aguardadas pelo país (CIRM, 2019). Ainda assim, considerando a grande extensão e a relevância das AJB, a seguir, são abordadas as novas e as tradicionais ameaças a essa região e a importância de uma política de defesa autônoma.

2.1 As novas ameaças e as ameaças tradicionais às Águas Jurisdicionais Brasileiras

De acordo com a END, as Forças Armadas têm por dever proteger a costa brasileira de qualquer ameaça externa (BRASIL, 2020b). O território marítimo que o Brasil tem direito de controle e exploração, possui uma grande biodiversidade e riquezas naturais e, devido à sua grande importância estratégica e econômica para o país e às suas dimensões proporcionais à Amazônia, foi denominado de Amazônia Azul⁶ (Figura 2) (CAROLI, 2010; CORREA, 2010; WIESEBRON, 2013).

O decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020, aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar (X PSRM), que determina diretrizes e prioridades para o setor, com medidas que orientam o desenvolvimento sustentável e racional de atividades de exploração e aproveitamento dos recursos minerais, energéticos e vivos da Amazônia Azul, de suas ilhas oceânicas e dos espaços marítimos internacionais de interesse. Os objetivos do X PSRM visam atender aos interesses político-estratégicos do País no mar, seja em âmbito nacional ou internacional, ampliando a presença brasileira nesse espaço (BRASIL, 2020d).

Castro *et al.* (2017) observam que é comum utilizar a expressão “recursos vivos” para definir a produção pesqueira. Mas os principais recursos vivos provêm da pesca e da biotecnologia marinha. A costa brasileira possui um estoque genético de alto valor e pouco explorado, já que, majoritariamente, a forma de exploração dos recursos vivos tem sido a pesca extrativista.

⁵ O requerimento parcial revisto, relativo à Margem Equatorial, encontra-se sob análise da CLPC, e o referente à Margem Oriental/Meridional ainda será incluído em pauta para análise. A área afeta à Margem Equatorial é de 383.218 km², enquanto que a referente à Margem Oriental/Meridional compreende 1.542.274 km², o que totaliza uma Amazônia Azul de 5.669.852,41 km² sob jurisdição nacional (MARINHA DO BRASIL, 2021). Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/leplac-celebra-32-anos-57-milhoes-de-km2-de-area-maritima-como-legado-para-futuras-geracoes>>. Acesso em 15 jun. 2022.

⁶ Denominação dada à região que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da PC brasileira. Ela deve ser interpretada sob quatro vertentes: econômica, científica, ambiental e da soberania (BRASIL, 2020b). Corresponde atualmente a, aproximadamente, 52% da área continental brasileira.

Reservas minerais como níquel, manganês, cobre e cobalto, encontram-se nessa região, além da descoberta de petróleo e gás, na camada pré-sal, no subsolo da PC (PEREIRA, 2019). O pré-sal é uma formação rochosa que se estende entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo, com cerca de 800 km de extensão por 200 km de largura. Está localizado sob uma ampla camada de sal que atinge espessuras de até 2 mil metros, que forma um selamento e garante, assim, a geração de óleo de ótima qualidade (PETROBRAS, 2022).

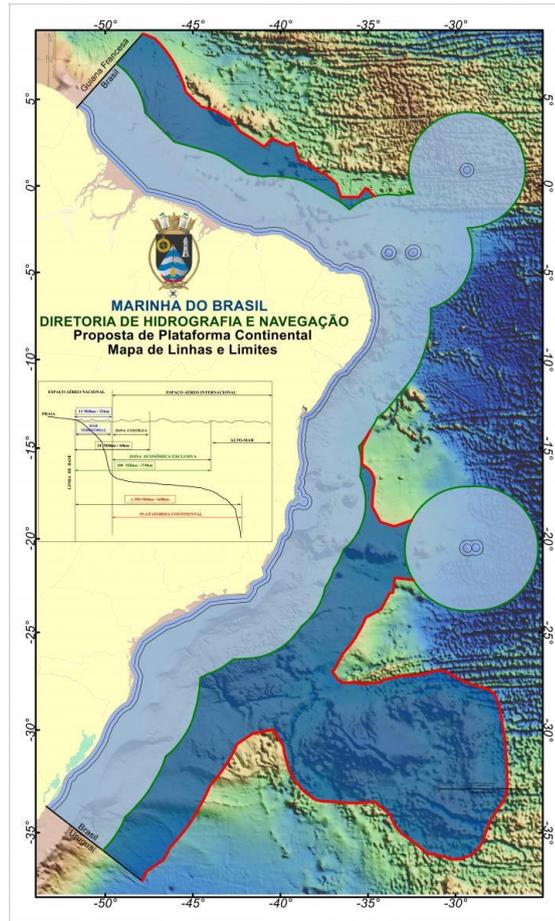


Figura 2. Área oceânica que compõe a Amazônia Azul: em azul claro, as áreas sob jurisdição nacional e em azul escuro, as áreas solicitadas para ampliação do limite exterior da plataforma continental.

Fonte: Brasil (2020c).

Nesse contexto, torna-se necessário considerar possíveis ameaças estrangeiras que tenham interesse de se apossar das jazidas de petróleo brasileiras (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Assim como as riquezas continentais, aquelas presentes em espaços marítimos precisam ser protegidas. Diante do cenário em que os recursos se tornam escassos, como é o caso do gás natural e do petróleo, e há interesse em tais recursos, surge uma situação de crise. Com a descoberta dessas novas reservas de petróleo e de gás natural, é importante considerar a

defesa desses recursos, pois a sua escassez, aliada à sua demanda, pode gerar a ambição de potências estrangeiras (VIDIGAL, 2006).

Além das riquezas contidas em sua plataforma continental, é pelo Atlântico que trafegam mais de 95% do comércio brasileiro com o exterior (MARINHA DO BRASIL, 2022). A economia brasileira depende das vias marítimas para garantir a importação e a exportação de produtos e insumos. Dessa forma, interessa a promoção de estratégias que garantam o controle do tráfego marítimo, nas águas sob jurisdição brasileira, uma vez que incidentes e interferências nessa região têm potencial de paralisar a economia do país (BRASIL, 2012; CASTRO, V., 2012). Trata-se de uma área de extrema importância pois, além do aspecto econômico, a Amazônia Azul é uma área de soberania brasileira, o que reflete uma zona de relevância estratégica e política.

Depois dos atentados terroristas ocorridos em 11 de setembro de 2001 contra os EUA, o mundo passou a dar uma atenção maior às “novas ameaças”, como o tráfico ilegal de armas, drogas e pessoas, o terrorismo e a pirataria. De acordo com Silva (2017), as novas ameaças têm recebido destaque devido à diminuição da possibilidade de ocorrência de conflitos interestatais, à globalização do comércio marítimo e à preocupação dos países em manter o controle dos espaços marítimos, pois as atividades econômicas ligadas à exploração de recursos vivos e não-vivos no mar vêm aumentando. O mesmo autor considera estratégica a posição da MB no comando do processo contra as novas ameaças no mar, sem prejudicar as tarefas tradicionais que dizem respeito à guerra e ao apoio à política externa.

Em outubro de 2003, na Cidade do México, foi realizada a Conferência Especial sobre Segurança nas Américas. A partir desse evento foi aprovado o documento intitulado Declaração sobre Segurança nas Américas, considerando o “alcance multidimensional” da nova concepção de segurança hemisférica. O documento inclui

as ameaças tradicionais e as novas ameaças, preocupações e outros desafios à segurança dos Estados do Hemisfério, incorpora as prioridades de cada Estado, contribui para a consolidação da paz, para o desenvolvimento integral e para a justiça social e baseia-se em valores democráticos, no respeito, promoção e defesa dos direitos humanos, na solidariedade, na cooperação e no respeito à soberania nacional (OEA, 2003, p. 2).

No documento da Organização dos Estados Americanos (OEA), Considera (2021) destaca pontos relevantes como a indicação da realidade de novas ameaças, de caráter multidimensional; o alargamento do conceito de segurança, adicionando as novas ameaças às

ameaças tradicionais; e a compreensão de que cada Estado tem direito e liberdade de estabelecer suas prioridades de segurança e a estratégia para enfrentar as ameaças. Sobre este último ponto, o documento menciona que para enfrentar tanto as ameaças novas como as tradicionais, preocupações e outros desafios à segurança, são considerados valores compartilhados e enfoques comuns reconhecidos no âmbito hemisférico. Dentre eles, vale destacar que

cada Estado tem o direito soberano de identificar suas próprias prioridades nacionais de segurança e definir as estratégias, planos e ações para fazer frente às ameaças à sua segurança, em conformidade com seu ordenamento jurídico e com pleno respeito do Direito Internacional e das normas e princípios da Carta das Nações Unidas e da Carta da OEA (OEA, 2003, p. 2).

Contudo, desde o início do século XIX, os EUA buscam um plano de segurança hemisférica para formar um tipo de proteção militar sobre sua área de influência imediata. Com a Doutrina Monroe (1823), os EUA anunciaram, que a região seria resguardada de tentativas de nova colonização pelos europeus. Seria a primeira área de influência dos Estados Unidos em que se conferia o direito de intervenção militar preventiva. A segurança norte-americana aparecia ligada à segurança da América Latina, garantindo o alinhamento dos países da região. Na década de 1930, houve um estímulo da tentativa estadunidense de conjugar elementos de *soft power* com *hard power*⁷, inaugurando a política da boa-vizinhança, que persistiu até 1945. Após a Segunda Guerra Mundial, devido a mudanças no cenário internacional, com o período bipolar, a geoestratégia norte-americana⁸ em relação à América Latina precisou ser reformulada⁹. Para tanto, os EUA projetaram mecanismos de segurança regional sob sua tutela, originando o Tratado Interamericano de Assistência Recíproca (TIAR) (BRIGOLA e ALBUQUERQUE, 2016) e a própria OEA.

⁷ Os conceitos de *Hard Power* e *Soft Power* são de autoria de Joseph Nye, abordados no livro “O Paradoxo do Poder Americano”, escrito em 2002, logo após o atentado de 11 de setembro de 2001, para analisar como estas fontes de poder atuam nas relações de poder e na hegemonia do poder dos Estados Unidos. *Hard power* designa a capacidade de um corpo político (geralmente, um Estado) de influenciar ou exercer poder sobre o comportamento de outro, mediante o emprego de recursos militares e econômicos. Já o conceito de *soft power* se refere ao poder exercido por meio da diplomacia, da cooptação e da influência cultural (NYE, 2002).

⁸ Geoestratégia é um conjunto de dados geográficos que são importantes na definição de uma estratégia. A geoestratégia norte-americana para a América Latina sempre buscou estabelecer relações a fim de controlar o continente americano como um todo, desde sua formação como Estado nacional. O continente é visto como uma área periférica, mas de intervenção contínua dos EUA.

⁹ A participação efetiva dos norte-americanos relaciona-se com o contexto internacional daquele período, em que os EUA e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) começavam a despontar como as duas superpotências mundiais.

Em 2 de setembro de 1947, na cidade do Rio de Janeiro, foi assinado um tratado de defesa mútua entre diversos países americanos. Conhecido pela sigla TIAR, ou como Tratado do Rio, o Tratado Interamericano de Assistência Recíproca (*Inter-American Treaty of Reciprocal Assistance*) é um acordo que estabelece que um ataque armado ou ameaça de agressão contra uma nação signatária, seja por uma nação membro ou por alguma outra potência, será considerado um ataque contra todos, com base na “doutrina da defesa hemisférica”. A partir de 12 de março de 1948, o tratado entrou em vigor, instituindo as bases do sistema americano de segurança, com a Junta Interamericana de Defesa (JID), fundada em 1942, e a OEA, criada em 1948. Os três elementos constituem a principal estrutura de segurança do hemisfério, surgida a partir do fim da Segunda Guerra Mundial e da necessidade de enfrentar o reordenamento internacional, no contexto da Guerra Fria.

Mesmo o Brasil sendo signatário de vários acordos internacionais que tratam da segurança do hemisfério, é importante investir na consolidação de uma indústria de defesa autônoma, com o desenvolvimento de tecnologias de domínio nacional (VIOLANTE, 2020). De acordo com a END (BRASIL, 2020b), as relações internacionais se mantêm instáveis e possuem desdobramentos, por vezes, imprevisíveis. Desse modo, parafraseando José Maria da Silva Paranhos Júnior, o Barão do Rio Branco, o Brasil tem a consciência de que “nenhum Estado pode ser pacífico sem ser forte”, o que reforça o entendimento de que o crescente desenvolvimento do país deve ser acompanhado pelo apropriado preparo de sua defesa.

Em síntese, não se deve desconsiderar as novas ameaças, as ameaças tradicionais e até os atores transnacionais que, com seu alto poder aquisitivo, podem influenciar as políticas de defesa de estados importantes do sistema internacional. A securitização¹⁰ da Amazônia Azul é uma possibilidade que não pode ser esquecida. Daí a importância da existência de uma base industrial de defesa (BID) forte para implementar os projetos estratégicos de grande monta na MB.

¹⁰ Securitização é um conceito cunhado por Buzan, abordando a ideia de que não existe um conceito de segurança internacional único, pois a ameaça varia dentro de cada sociedade, conforme os discursos são construídos, passando a ser aceitos por seus integrantes (BUZAN *et al.*, 1998).

2.2 A indústria de defesa naval do Brasil

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a soberania é um dos fundamentos da República (art. 1º, I) e atribui às Forças Armadas a defesa da Pátria (art. 142, caput) (BRASIL, 1988). O LBDN menciona que, devido a sua relevância no contexto mundial e seu patrimônio, “o Brasil não pode deixar de atribuir a devida atenção a sua defesa e de estar preparado para fazer frente a ameaças externas, potenciais ou manifestas, a fim de assegurar a defesa do Território Nacional, da Soberania Nacional e dos interesses nacionais” (BRASIL, 2020c, p. 27).

Há alguns conceitos que envolvem o termo soberania. Souza (2013) faz uma reflexão acerca das ideias da soberania no pensamento dos teóricos Jean Bodin, Jean-Jacques Rousseau e Henri-Benjamin Constant de Rebecque. A autora observa que Jean Bodin, em sua obra intitulada *Les Six Livres de la République*, datada de 1576, pensou sobre a necessidade de se estabelecer um conceito de soberania, até então não definido por nenhum jurista ou filósofo político, visto que esse conceito era considerado essencial para o que seria a República.

Para Bodin, a soberania é um poder perpétuo e absoluto, ou seja, um poder soberano, contínuo e sem restrições ao longo do tempo, que não depende de quem o assuma, com superioridade, independência, incondicionalidade e ilimitado. De acordo com Rousseau, a soberania seria inalienável, indelegável e não representada, em que seria identificada com o poder legislativo e o exercício da vontade geral, do povo. Na concepção de Constant de Rebecque, a soberania do povo é limitada e constitucional, enquanto reconhecimento do poder legítimo e, assim, dessa soberania decorre o princípio da liberdade (SOUZA, 2013).

No LBDN, o conceito de soberania envolve a “manutenção da intangibilidade da Nação, assegurada a capacidade de autodeterminação e de convivência com as demais nações em termos de igualdade de direitos”, e não aceita “qualquer forma de intervenção em seus assuntos internos, nem participação em atos dessa natureza em relação a outras nações” (BRASIL, 2020c, p. 193).

O país deve estar preparado para defender a sua soberania. De acordo com o teórico do Poder Marítimo e estrategista naval Mahan (1890), a forma como um Estado interpreta a utilização do seu espaço marítimo tem relação direta com o seu declínio ou progresso. Mahan (1890) em sua obra, *The Influence of Sea Power Upon History* demonstra que a supremacia naval faz com que uma Nação com vocação marítima se torne uma grande Nação. O

pensamento estratégico de Mahan buscava demonstrar a importância que o mar tinha para o desenvolvimento das nações, compreender os princípios que governavam a guerra do mar desde a antiguidade e despertar na classe política dos EUA a centralidade das políticas navais para o seu desenvolvimento (VIOLANTE, 2015). Mahan é considerado como uma referência fundamental para a preparação e emprego do poder naval.

A END (BRASIL, 2020b) descreve as quatro tarefas do Poder Naval: o controle da área marítima, a projeção de poder sobre terra, a negação do uso do mar e a contribuição para a dissuasão. O controle da área marítima “visa garantir certo grau de utilização, ainda que temporário, de áreas marítimas limitadas, estacionárias ou móveis, exercido na intensidade adequada à execução de atividades específicas” (BRASIL, 2020b, p. 77).

Quando referenciada ao Poder Naval, a projeção de poder sobre terra “abrange um amplo espectro de atividades, que podem incluir: o bombardeio naval; o bombardeio aeronaval; e as operações anfíbias”, além de

ataques a terra com mísseis, a partir de unidades navais e aeronavais. Pode ter um ou mais dos seguintes propósitos: reduzir o poder inimigo, pela destruição ou neutralização de objetivos importantes; conquistar área estratégica para a conduta da guerra naval ou aérea, ou para propiciar o início de uma campanha terrestre; negar ao inimigo o uso de uma área capturada; apoiar operações em terra; e salvaguardar a vida humana ou resgatar pessoas e materiais de interesse (BRASIL, 2020b, p. 79).

A negação do uso do mar ao inimigo “consiste em dificultar o estabelecimento do controle de área marítima pelo inimigo, ou a exploração deste controle por meio da destruição ou neutralização de suas forças navais, do ataque às suas linhas de comunicação marítimas e aos pontos de apoio” (BRASIL, 2020b, p.78).

A dissuasão é uma “atitude estratégica que, por intermédio de meios de qualquer natureza, inclusive militares, tem por finalidade desaconselhar ou desviar adversários, reais ou potenciais, de possíveis ou presumíveis propósitos bélicos” (BRASIL, 2020b, p. 77).

Não se deve esquecer que todas essas tarefas contribuem para a dissuasão. Nesse sentido, a estratégia de dissuasão engloba capacidades militares e não militares de um país, na tentativa de coibir um adversário de iniciar um conflito. Dessa maneira ele é persuadido a não agir visto a possibilidade de ter uma retaliação. Quanto mais plausível e capaz for a resposta frente à agressão, menor será a propensão de um país atacar (MEARSHEIMER, 2001). Assim, para o sucesso das tarefas do Poder Naval é necessária uma reestruturação de sistemas

navais da Marinha, principalmente no que tange à construção de uma moderna frota de submarinos.

2.2.1 A importância dos submarinos para o Poder Naval na Marinha do Brasil

Para o controle dos espaços marinhos, é necessário empregar meios capazes de defender essa vasta área, inibindo potenciais ameaças. Trata-se de uma tarefa difícil, visto que o mar não possui fronteiras delimitadas fisicamente. Nesse contexto, surge a necessidade do submarino que é uma complexa arma, sendo um recurso indispensável na estratégia de defesa marítima (TILLY, 2006; HECHT, 2007; IISS, 2013). O submarino contribui com todas as tarefas básicas da MB. Teve destaque nas duas guerras mundiais e é considerado como uma plataforma de excelência para a realização da negação do uso do mar, no controle de área marítima e na dissuasão (BRASIL, 2004; MOURA, 2012).

O submarino possui poder de dissuasão e coerção, sendo que a dissuasão tem maior aplicação política. Seu surgimento revolucionou a tática e a estratégia, ao permitir que nações com o poder naval inferior pudessem reagir frente as potências. Desde o século XX foi possível observar a capacidade desse meio de prover segurança em diversas ocasiões, além de provocar a sensação de insegurança aos possíveis inimigos (KREPINEVICH, 1994; NETO, 2010; MOURA, 2012).

Uma característica importante de um submarino é a ocultação, principal motivo da sua existência, o que permite a capacidade exclusiva de operar em território de qualquer ator. Uma vez imerso, torna-se invisível aos olhos, estando pronto para assumir a iniciativa das ações. Dessa forma, surpreende seus adversários que ficam extremamente vulneráveis aos seus ataques (NETO, 2010; MOURA, 2012).

Pinto (1989) reforça que o submarino possui grande poder ofensivo e de dissuasão. A sua expressiva autonomia, a enorme dificuldade de ser detectado, junto com seu poder de ataque, o conferem uma extraordinária importância no contexto da guerra naval. Em meio a um conflito, a simples existência de uma força de submarinos requer, no mínimo, uma reformulação estratégica do oponente para poder se contrapor a sua presença (ZIMMERMAN, 1997; NETO, 2010).

Quando comparado a outros meios navais, o submarino apresenta um ótimo custo-benefício. Além do alto poder de destruição (não há regulação do uso da força), são

econômicos no uso de combustíveis e na manutenção, necessitam de poucos especialistas para manobrá-lo e, quando armado com mísseis, podem atacar tantos navios de superfície, submarinos e alvos em terra. Podem atingir alvos a longas distâncias com enorme precisão e com menos exposição da sua localização. Dessa forma, tornam-se perigosos para aqueles Estados que não podem se contrapor a esse tipo de arma (NETO, 2010).

Outras vantagens que esse meio naval possui são: a mobilidade tridimensional no oceano, de forma a permitir melhor exploração do ambiente; aproximar-se de alvos de maneira sorrateira; evadir-se e despistar sonares de busca; e a independência das condições atmosféricas, uma vez que o mau tempo e as ondas só afetam a superfície. Outro fator favorável ao submarino, quando comparado aos meios de superfície, deve-se a ser, em geral, menos ruidoso, o que dificulta a sua detecção passiva pelos sensores dos eventuais inimigos (MOURA, 2012).

Hecht (2007) menciona que as características que permitem discrição, mobilidade, caráter ofensivo e capacidade de realizar operações submersas causando surpresa ao oponente, conferem vantagens táticas inigualáveis ao submarino. Além de colaborar para a defesa da integridade territorial, da soberania e dos interesses marítimos do país, os submarinos são eficientes para estruturar a estratégia de negação do uso do mar, pois são capazes de afastar potenciais forças hostis do território, ao produzirem receio no inimigo de sofrer torpedeamento de seus navios e instalações marítimas. Dessa maneira, favorece a dissuasão necessária para garantir a defesa das instalações navais, portuárias, plataformas petrolíferas e linhas de comunicações marítimas (BRASIL, 2008; 2012; 2016; 2020b).

Portanto, inserido em um cenário de limitação de recursos, a negação do uso do mar é a estratégia a ser priorizada, pois a Força Naval não possuiu meios em quantidade e qualidade para o controle da área marítima total de seus 5,7 milhões de km². Há pontos focais importantes a serem defendidos, regiões específicas da fronteira marítima do país que possuem instalações portuárias, que englobam as vias de comércio e onde se concentram as plataformas petrolíferas (FLORES, 2002).

Mas, diferentemente das END de 2008 e de 2012, a atual END não prioriza esta tarefa. Não há essa explicitação literal, embora permaneça como uma das tarefas básicas mais importantes, se não a de maior relevância. A END de 2020 destaca como áreas focais a faixa que vai de Santos a Vitória e a área próxima à foz do rio Amazonas. Dessa forma, a MB dará

continuidade à instalação de sua base de submarinos e aos estudos para estabelecer, na área em torno da foz do rio Amazonas, um complexo naval de uso múltiplo (BRASIL, 2020b).

Em relação ao poder de ataque, os torpedos são seu principal armamento, sendo possível a utilização de mísseis e minas. O torpedo é um armamento utilizado para destruição, o que impede que seja utilizado para neutralização. Nesses casos, os navios de superfície conseguem graduar melhor o nível de força empregada, dependendo dos propósitos políticos. Outro fator a ser considerado é que, quando disparado, o torpedo revela a posição do submarino, anulando uma de suas principais características, que é a não detecção pelo inimigo. Nesse caso, o torpedo só é utilizado com propósito de cumprir a missão designada para destruir um alvo, ou para sua autodefesa (BRASIL, 2004; MOURA, 2012).

Apesar de ser um dos sistemas navais mais caros na atualidade, muitos países estão ampliando ou incluindo submarinos em sua panóplia de meios militares-navais. Assim, são considerados meios prioritários para a MB. Atuando em conjunto com os meios aéreos, uma força dotada de submarinos convencionais e nucleares, que possuem torpedos e mísseis para atuação em casos de agressão, atuam primeiramente, deixando as embarcações de superfície para engajamento posterior (BRASIL, 2008). A versão mais recente da END (2020) ressalta que “o Brasil contará com Força Naval submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais de propulsão diesel-elétrica e de propulsão nuclear”. O texto destaca que “a Marinha diligenciará para que o Brasil ganhe autonomia nas tecnologias inerentes à operação de submarinos e de seus sistemas de armas, e que lhes possibilitem atuar em rede com as outras forças navais, terrestres e aéreas” (BRASIL, 2020b, p. 50). É importante para a Força buscar o domínio das tecnologias de operação de sistemas remotamente operados e/ou autônomos para emprego naval (aéreos, de superfície e submarinos).

2.2.2 Tipos de submarinos

Os submarinos convencionais vêm sendo utilizados desde a Primeira Guerra Mundial, e fazem parte da maioria das marinhas mundiais, incluindo a MB. São denominados assim por possuírem propulsão diesel-elétrica. Isso significa que eles necessitam de um motor movido a diesel para carregar suas baterias que, por sua vez, mantêm os motores elétricos de propulsão. Por dependerem de oxigênio, para realizar o processo de combustão em seus motores, é necessário que, periodicamente, haja a captação de ar da superfície. Para isso, é

necessário que o submarino fique na profundidade denominada cota periscópica, para utilizar o sistema esnórquel, desenvolvido especialmente para suprir essa necessidade do ar atmosférico (GABLER, 1986; LIBERATTI, 2002; NETO, 2010; MOURA, 2012).

A desvantagem durante esse processo é a produção de bastante ruído, devido à utilização do motor a diesel, o que deixa seus mastros expostos na superfície. Isso prejudica sua discricção, uma vez que o som, em meio aquoso, se propaga a grandes distâncias, podendo chegar a distâncias de 1000 MN (1.850 km). Além da exposição visual do esnórquel na superfície, o processo de combustão libera gases na atmosfera, também facilitando a sua identificação. Isso compromete a sua ocultação, de maneira visual, acústica e por radar. A razão entre a quantidade de tempo que o submarino fica submerso a maiores profundidades e o tempo que ele passa recarregando as baterias (em contato com a superfície) é denominada “taxa de indiscricção”. É usual que os submarinos convencionais em trânsito carreguem as baterias cerca de duas vezes por dia, em intervalos variáveis (ZIMMERMAN, 2000; NETO, 2010; MOURA, 2012).

A operação característica de um submarino convencional se divide em duas partes: a “patrulha”, que é realizada na área chamada “zona de patrulha” (ZP) e o “trânsito”, que consiste no deslocamento de chegada e do retorno do submarino na ZP. É na ZP que ele irá operar de forma a analisar, detectar e interceptar o inimigo. Então, é importante que o tempo de atuação na ZP seja o maior possível, sendo interessante que o submarino faça o trânsito de maneira rápida. Entretanto, manter velocidades elevadas, implica em maior gasto de energia. Com isso é necessário que o submarino vá mais vezes à superfície para poder abastecer suas baterias, aumentando a taxa de indiscricção, o que deve ser evitado pois pode ser detectado por embarcações inimigas. Todavia, para atuarem em áreas longe da costa, os submarinos convencionais devem manter uma velocidade de trânsito baixa, o que impõe severas limitações na sua mobilidade. Dessa forma, é necessário que haja uma estratégia para administrar os deslocamentos, as velocidades e as taxas de descargas da bateria para otimizar o desempenho e os resultados dos submarinos convencionais (LIBERATTI, 2002; NETO, 2010; MOURA, 2012).

Devido a esses fatores e à necessidade de manter uma reserva de energia para uma eventual manobra de evasão em alta velocidade, os submarinos convencionais, geralmente, não perseguem seus alvos. Eles atuam de maneira a interceptá-los, por isso, são chamados de submarinos de “posição”. Assim, procuram sempre atuar dentro das ZP, próximos ao litoral

ou a partir de uma posição focal pré-determinada, ou seja, entradas e saídas de portos e posições geográficas que necessitem ser contornadas durante a navegação, como por exemplo: o Canal do Panamá, o Cabo da Boa Esperança e o Estreito de Gibraltar. Em suma, nos locais onde ocorra o cruzamento de derrotas (LIBERATTI, 2002; NETO, 2010).

Com o desenvolvimento das tecnologias, algumas alternativas foram sendo investigadas na tentativa de aumentar a autonomia desses submarinos. “*Air Independent Propulsion*” (AIP), também chamada de propulsão independente do ar, permite que, por meio da utilização de cilindros de oxigênio dentro do submarino, sua autonomia submersa seja aumentada em cerca de, no máximo, 20 dias, em baixa velocidade (4 nós). Com isso, o submarino pode minimizar sua exposição durante a guerra naval, otimizar os ataques e evasões e operar em regiões de águas mais silenciosas, longe da costa, com mais segurança. Entretanto, a AIP não dispensa a propulsão convencional e, muitas vezes, não é considerada compensadora, embora colabore para aumentar a discrição desses submarinos (NETO, 2010; MOURA, 2012).

Já os submarinos nucleares são denominados assim por possuírem o sistema de propulsão nuclear, não possuindo, necessariamente, ligação com armamentos nucleares. Através de um reator nuclear a água é aquecida e ocorre a produção de vapor, que movimenta as turbinas dos motores e geram energia para o submarino. Diferentemente do submarino convencional, esse não necessita do ar atmosférico para a geração de energia. Dessa forma, pode permanecer mais tempo submerso, possuindo a vantagem, quando comparado ao convencional, de manter-se mais tempo oculto, uma vez que possui menor chance de ser detectado pelo inimigo ao não necessitar de oxigênio para recarregar suas baterias (NETO, 2010).

A abundante fonte de energia, que independe do meio ambiente, confere ao submarino com propulsão nuclear grande poder de permanência em áreas afastadas, o que é elemento importante na dissuasão naval. Com isso, a área de operação desses submarinos pode se localizar distante das bases de apoio. A propulsão nuclear, ainda, garante maiores velocidades ao submarino, quando comparadas aos modelos com propulsão diesel-elétrica, uma vez que eles podem sustentar um consumo alto de energia para manter maior velocidade, sem que esgote rapidamente o combustível. Geralmente, mantém velocidades acima de 25 nós, normalmente, em torno de 30 nós. Dessa forma, apesar de poder ser

empregado em estratégia de posição, são estrategicamente denominados de submarinos de “manobra” (NETO, 2010).

Ao analisar a potência disponível em um submarino com propulsão nuclear norte-americano da Classe *Virginia* (que também possui armamento composto por mísseis estratégicos, balísticos com e sem ogivas nucleares), e comparar com o submarino convencional brasileiro da Classe Tupi, encontram-se valores de 40.000 HP e de 4.600 HP, respectivamente. Mesmo que utilize a AIP, a potência do submarino convencional aumenta, somente, em cerca de 400 HP. Chega-se à conclusão que a propulsão nuclear garante autonomia muito maior aos submarinos, o que permite maior mobilidade tática (WHITMAN, 2001; SAUNDERS, 2009; NETO, 2010; MOURA, 2012).

Outras diferenças entre esses dois modelos de submarinos estão na profundidade recomendada de operação e nos “ciclos de atividade”. Em relação à profundidade de operação, devido a sua alta velocidade disponível e a sua alta tonelagem, orienta-se que esses submarinos se locomovam em profundidades superiores a 100 metros, enquanto os convencionais geralmente atuam nas profundidades limites de 30 metros, próximas ao litoral. Já em relação aos ciclos de atividade, eles são divididos em dois períodos: o “operativo”, enquanto está apto para atuar nos oceanos, e outro de “manutenção de longa duração”, em que passa por revisões muito detalhadas. Nos submarinos convencionais, o ciclo, geralmente, é dado pela vida útil das baterias. E nos com propulsão nuclear, é determinado pela necessidade de fazer manutenção no reator, como, por exemplo, realizar a recarga (NETO, 2010).

Durante o período operativo existem os “ciclos de operação”, que se resumem aos momentos que o submarino está atuando em alto mar (período de operação) e quando está no porto, realizando abastecimentos, pequenos reparos e descanso para a tripulação (período de inatividade). Como o submarino com propulsão nuclear não necessita abastecer frequentemente, este consegue ter um período de operação maior em relação ao convencional. Geralmente, este tempo está limitado aos fatores relacionados a tripulação e suprimentos (NETO, 2010).

Segundo Till (1987), é errado concluir que os submarinos convencionais ficam sem utilidade, quando comparados aos submarinos nucleares. Os modelos como o IKL-209, alemão, são menores e muito bem adaptados para operações em águas rasas, sendo difícil de serem detectados por forças na superfície e até mesmo por outros submarinos. Quando

considerado o armamento utilizado por eles, alguns submarinos nucleares tem o diferencial de poder utilizar lançadores de mísseis balísticos e de cruzeiro. Mas em relação aos torpedos, independente do modelo de submarino, ambos podem utilizar o mesmo tipo torpedo. É o caso do Torpedo MK48, norte-americano, que é utilizado tanto pelos submarinos convencionais da MB, como pelos submarinos nucleares da Marinha dos EUA (NETO, 2010).

Os submarinos são importantes para o desenvolvimento tecnológico nacional, principalmente através do PROSUB, pois este programa representa um expressivo avanço na indústria naval, baseado em engenharia sensível, capital intelectual e tecnologia de ponta. O programa, além de estimular a política de defesa, incentiva a capacitação de pessoal e a soberania nacional. No entanto, mesmo diante dos cerceamentos efetuados pelas grandes potências, o projeto do SCPN-BR encontra-se em andamento.

2.3 O cerceamento das grandes potências aos projetos estratégicos militares-navais do Brasil

No decorrer da história da humanidade, aqueles que detinham os conhecimentos que lhes conferiam vantagens significativas no que diz respeito ao poderio militar sempre tentaram proteger tais conhecimentos do acesso por parte dos seus opositores reais ou potenciais (LONGO, 2007). A proteção de tais conhecimentos, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, tem sido observada em países que lideram o desenvolvimento científico e tecnológico, pois estes têm cerceado o acesso de terceiros às tecnologias e aos produtos que considerem sensíveis¹¹, incluindo até as de uso *dual*¹² (LONGO e MOREIRA, 2013).

Amarante (2013) considera três maneiras básicas de se obter a tecnologia militar: i) desenvolvimento autônomo; ii) desenvolvimento cooperativo internacional; e iii) transferência de tecnologia. O desenvolvimento autônomo é a maneira mais segura e, por vezes, menos dispendiosa de se realizar a obtenção de uma tecnologia militar. Resulta da sinergia de todas as capacidades, conhecimentos e meios mobilizáveis no país. Trata-se de um

¹¹ Para Longo (2007, pp. 122-123) “tecnologia sensível é uma tecnologia de qualquer natureza, civil ou militar, que um determinado país ou grupo de países considera ser necessário não dar acesso, durante certo tempo, a outros países, hipoteticamente por razões de segurança”. A designação de tecnologia sensível também pode ser utilizada para significar tecnologia de uso dual.

¹² Pode-se definir tecnologia de uso dual (ou duplo) como aquela tecnologia possível de ser utilizada para produzir ou melhorar bens ou serviços de uso civil ou militar. Na realidade, é difícil rotular o que é civil e o que é militar na produção de conhecimentos científicos ou tecnológicos (LONGO, 2007, p. 122).

processo endógeno e independente e a responsabilidade técnica nos trabalhos fica a cargo de um centro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o gerador de tecnologia, ou de uma indústria de defesa, a geradora de produto. No desenvolvimento cooperativo internacional, os meios e os custos de desenvolvimento de uma tecnologia militar são compartilhados com um parceiro, seja um país com interesses convergentes e com demandas operacionais parecidas com as nossas, seja uma empresa estrangeira com nível tecnológico alto e que tenha interesse pela realização de um bom negócio.

Já a transferência de tecnologia é o processo mais inseguro e caro. Inseguro por causa das dificuldades com a definição, o acompanhamento e o controle do conhecimento transferido. Além disso, o processo é caro porque o dono do conhecimento, normalmente, utilizou muitos recursos ao obtê-lo e almeja uma compensação muito lucrativa dos custos de desenvolvimento (AMARANTE, 2013). O mesmo autor menciona que a transferência de tecnologia pode ser entendida como o processo de transferência de conhecimentos, habilidades, métodos de fabricação de produtos e processos, entre o seu detentor e outra instituição, para tornar esta capaz de desenvolver e explorar a tecnologia em novos produtos e processos. De maneira sucinta, é a transferência de conhecimentos, com origem em descobertas ou resultante de inovações técnicas ou científicas.

De acordo com Amarante (2013, p. 80), a prática do cerceamento tecnológico é “um conjunto de medidas judiciais tomadas normalmente por Estados desenvolvidos contra Estados em desenvolvimento ou emergentes, no sentido de evitar o acesso a tecnologias sensíveis”. É comum que os países detentores de tecnologia sensível evitem a generalização e a proliferação do conhecimento em áreas sensíveis, que possam originar armas de destruição em massa. Longo (2011) cita alguns exemplos de acordos restritivos de natureza multilateral como o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP) (1968), o Tratado de Tlatelolco (1969), o Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis (1987), o *Wassenaar Arrangement* (1996), a Convenção para a Proibição de Armas Químicas (1997) e a Resolução 1.540 do Conselho de Segurança da ONU (2004).

Os países desenvolvidos têm utilizado essa prática do cerceamento a fim de manter as vantagens estratégicas, não somente militares, mas também comerciais, alcançadas graças aos conhecimentos que detêm por meio de suas empresas, com destaque para os EUA, a União Europeia e o Japão (LONGO e MOREIRA, 2013). Essa “tríade” que lidera o desenvolvimento científico e tecnológico pratica o cerceamento em larga escala, protegida ou

não por tratados internacionais, os quais são concebidos por eles e cujos objetivos incluem a preservação da sua hegemonia (LONGO, 2007).

Assim, as ações e mecanismos que constituem o cerceamento tecnológico são um grande entrave para os países em desenvolvimento obterem conhecimentos em tecnologias sensíveis e, conseqüentemente, dificultam a inclusão mais autônoma e independente desses países no cenário internacional. No caso do Brasil, a história recente mostra que, em diversos momentos, houve mecanismos de cerceamento com o intuito de limitar o desenvolvimento de projetos estratégicos militares. Um exemplo é o que aconteceu com o programa espacial brasileiro.

No início da década de 1980, como um dos segmentos da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), foi criado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) cujo objetivo era promover o lançamento, de um satélite nacional, a partir do território brasileiro, levado por um foguete, desenvolvido e produzido no país. No entanto, os EUA mostraram-se resistentes quanto à pretensão brasileira de possuir tecnologia para construir e lançar foguetes de longo alcance. Para tentar travar o programa espacial brasileiro, os norte-americanos invocaram o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR - *Missile Technology Control Regime*), em 1995, quando descobriram que a Rússia estava vendendo tecnologia de mísseis avançados para o Brasil.

Nesse caso, Oliveira (2020) observou indícios da prática de *lawfare*¹³ no Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) entre Brasil e EUA referente ao uso do CLA, pois os EUA teriam se utilizado de mecanismos jurídicos para praticar o cerceamento tecnológico e alcançar uma vantagem militar, consistente na negação do acesso brasileiro à tecnologia de foguetes que são potenciais vetores de armas de destruição em massa, o que implica na limitação do poder militar do país.

Outros embargos têm ocorrido na fabricação e comercialização de aviões militares. É o caso do AMX, avião subsônico de ataque desenvolvido pela *Aeromacchi* e *Alenia*, empresas italianas, com a participação da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer). Na época da montagem do AMX o governo americano vetou o fornecimento de equipamento ao Brasil (LONGO, 2007).

¹³ O *lawfare* é “um conceito que expressa o uso instrumental de normas, instituições e mecanismos jurídicos com o objetivo de se alcançar uma vantagem de cunho militar, em substituição a um meio bélico tradicional” (OLIVEIRA, 2020, p. 91).

Parte fundamental do Programa Nuclear da Marinha é a construção do reator para o submarino brasileiro de propulsão nuclear. É importante ressaltar que somente a propulsão do submarino será nuclear, o que é permitido pelo acordo assinado com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) (BRASIL, 2020c). Todos os seus armamentos serão convencionais, em razão do compromisso constitucional do Brasil com o uso pacífico dessa energia, reafirmado em instrumentos internacionais, como o TNP; regionais, como o Tratado de Tlatelolco; e bilaterais, como o Brasil-Argentina (ABACC – Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares) (BRASIL, 2020c).

Visando à modernização da Esquadra, foi criado em 2008, por meio da parceria entre o Brasil e a França, o PROSUB, que consiste na construção de quatro novos submarinos convencionais de propulsão diesel-elétrica e um submarino convencional de propulsão nuclear, além de um estaleiro e base de submarinos para construção e apoio a essas unidades.

Ao final deste capítulo, constatou-se a necessidade de uma indústria de defesa naval forte, que promova a proteção das AJB devido as novas e tradicionais ameaças existentes. Cabe ressaltar que, diante de possíveis cerceamentos das grandes potências, o Brasil busca autonomia nas tecnologias inerentes à operação de submarinos e de seus sistemas de armas, mas, além disso, é interessante possuir maior variedade de armamentos, pois fica-se menos dependente de um único fornecedor e, sobretudo, aumenta-se o poder dissuasório desses submarinos.

A seguir, no capítulo 3, será apresentado um breve histórico dos submarinos na MB.

3 BREVE HISTÓRICO DOS SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Este capítulo tem como objetivo específico discutir as classes de submarinos utilizados pela MB desde o final da década de 1900, com ênfase nas Classes Tupi, Tikuna, Riachuelo e o SCPN-BR. Naquele período, foi executado um programa de aparelhamento naval estimulado pela visão favorável às Forças Armadas e pela estruturação da MB. Em 1911, parte da aquisição de meios submersíveis começou a se concretizar. A Subcomissão Naval, sediada na Itália (*La Spezia*), foi criada pelo ministro da Marinha, Vice-Almirante Joaquim Marques Baptista de Leão, com o objetivo de fiscalizar a construção de três submarinos da Classe Foca (F). Entre 1913 e 1914, as unidades já tinham sido incorporadas à MB, bem próximo ao início da primeira Guerra Mundial. Apesar de possuírem pequeno porte e reduzida capacidade de combate, essas unidades foram de extrema importância para introduzir a MB no contexto dos submarinos (WILTGEN, 2016; ANDRADE *et al.*, 2018; GALANTE, 2018b).

Em 17 de julho de 1914, foi criada a Flotilha de Submersíveis e, a partir de então, começou o funcionamento da Escola de Submersíveis e Armas Submarinas, tendo a primeira turma de oficiais submarinistas formada em 1915. O navio-tender “Ceará” foi incorporado à Flotilha em 1917, para atuar como base de apoio móvel aos submarinos, e passou a ser, também, a sede da Escola de Submersíveis (WILTGEN, 2016; ANDRADE *et al.*, 2018; GALANTE, 2018b).

Os submersíveis “F1”, “F3” e “F5”, possuíam propulsão diesel-elétrica e conseguiam atingir velocidades de 13,5 nós na superfície e 8,5 nós quando submersos. Podiam carregar até quatro torpedos e possuíam dois tipos diferentes desse armamento em sua proa. Podiam patrulhar a uma profundidade máxima de 40 metros e comportavam até 23 tripulantes. Esses submarinos estavam relacionados a tarefas focadas no treinamento da tripulação, manutenção e manuseio dos equipamentos. Até que, durante a Primeira Guerra Mundial e o envolvimento do Brasil ao final de 1917, a Flotilha começou a realizar tarefas de patrulha e vigilância nas proximidades do Porto do Rio de Janeiro (ANDRADE *et al.*, 2018; GALANTE, 2018b).

Em 1929, a Itália entregou ao Brasil o Submarino Humaitá, semelhante ao *Balilla* italiano, que foi recordista em mergulho, pois conseguiu atingir a profundidade de 100 m. Já em 1937, também advindos da Itália, foram recebidos os submarinos Tupy, Timbira e Tamoio, que eram da Classe T/Perla. Após 20 anos, em 1957, houve uma renovação da frota brasileira,

entretanto, os submarinos adquiridos já haviam sido usados durante a Segunda Guerra Mundial, pelos EUA. Eram os modelos Humaitá (*USS Muskalungee*) e Riachuelo (*USS Paddle*), da Classe Gato. O Brasil adquiriu mais submarinos usados durante a guerra e, em 1963, os submarinos S12 Bahia e S11 Rio Grande do Sul tipo *Fleet*, da Classe *Balao*, chegaram ao país (NUNES, 2011).

A Flotilha de Submersíveis e a Escola de Submersíveis e Armas Submarinas tiveram suas denominações alteradas duas vezes. A primeira foi em 1928, quando passaram a se denominar, respectivamente, Flotilha de Submarinos e Escola de Submarinos. A segunda, por sua vez, em 1963, quando a Flotilha de Submarinos passou a se chamar Força de Submarinos, que se mantém até os dias de hoje, e a Escola de Submarinos tornou-se autônoma na estrutura da MB. O Quadro 1 apresenta os submarinos que já fizeram parte da Força de Submarinos (BRASIL, 1928; 1963; ANDRADE *et al.*, 2018).

Já durante o período da 2ª Guerra Mundial, a Marinha atuou escoltando comboios com êxito, entretanto, os naufrágios de mercantes no início do conflito e o prejuízo gerado à navegação de cabotagem acendeu um alerta para a guerra antissubmarino (GAS). Para a Marinha, foi necessário preparar-se para a GAS, visto que logo em seguida começou a Guerra Fria, que tinha potencial para começar uma Terceira Guerra Mundial, e a União Soviética possuía uma imensa força de submarinos (CORREA, 2010; MOURA, 2012).

Na década de 1970, o Brasil, por meio do “Programa Decenal”, recebeu três submarinos da Classe *Oberon* (Humaitá, Tonelero e Riachuelo), que foram construídos no Reino Unido, além de sete da Classe *Guppy*, de origem norte americana (Guanabara, Rio Grande do Sul, Bahia, Rio de Janeiro, Ceará, Goiás e Amazonas). Nessa época, o Oceano Atlântico teve sua importância aumentada, devido à crise do petróleo e ao aumento da produção marítima brasileira. Em 1979, teve início o Programa “Chalana”, responsável pelo desenvolvimento do submarino com propulsão nuclear. O programa era composto por dois projetos preliminares, o “Ciclone” e o “Remo”. O primeiro era responsável pelo desenvolvimento do enriquecimento de urânio por centrifugação e o segundo era responsável pelo desenvolvimento do reator (CORREA, 2010; NUNES, 2011; MOURA, 2012).

Quadro 1. Histórico de submarinos incorporados à Marinha do Brasil.

Nome	Classe	Local de construção	Incorporação	Baixa
F1	Foca	Itália	11/12/1913	30/12/1933
F3	Foca	Itália	16/03/1914	30/12/1933
F5	Foca	Itália	06/06/1914	30/12/1933
SE Humaytá	Balilla	Itália	20/07/1929	25/11/1950
Tupy (T-1)	Perla	Itália	10/10/1937	26/08/1959
Tymbira (T-2)	Perla	Itália	10/10/1937	26/08/1959
Tamoyo (T-3)	Perla	Itália	10/10/1937	26/08/1959
Humaitá (S14)	Gato ou Fleet Type I	EUA	18/01/1957	02/10/1967
Riachuelo (S15)	Gato ou Fleet Type I	EUA	18/01/1957	14/10/1966
Rio Grande do Sul (S11)	Balao ou Fleet Type II	EUA	07/09/1963	02/05/1972
Bahia (S12)	Balao ou Fleet Type II	EUA	07/09/1963	19/01/1973
Rio Grande do Sul (S11)	GUPPY II	EUA	13/05/1972	16/11/1978
Rio de Janeiro (S13)	GUPPY II	EUA	08/07/1972	16/11/1978
Guanabara (S10)	GUPPY II	EUA	28/07/1972	10/10/1983
Bahia (S12)	GUPPY II	EUA	27/03/1973	14/07/1993
Ceará (S14)	GUPPY II	EUA	17/10/1973	21/12/1987
Goiás (S15)	GUPPY III	EUA	15/10/1973	16/04/1990
Amazonas (S16)	GUPPY III	EUA	19/12/1973	01/08/1992
Humaitá (S20)	Oberon	Inglaterra	18/06/1973	08/04/1996
Tonelero (S21)	Oberon	Inglaterra	10/12/1977	21/06/2001
Riachuelo (S22)	Oberon	Inglaterra	12/03/1977	12/11/1997
Tupi (S30)	Tupi	Alemanha	06/05/1989	Ativo
Tamoio (S31)	Tupi	Brasil	12/12/1994	Ativo
Timbira (S32)	Tupi	Brasil	16/12/1996	Ativo
Tapajó (S33)	Tupi	Brasil	21/12/1999	Ativo
Tikuna (S34)	Tikuna	Brasil	16/12/2005	Ativo

Fonte: Adaptado de Brasil (1928; 1963); Andrade *et al.* (2018).

Em 1982, durante a Guerra das Malvinas, os britânicos utilizaram o submarino nuclear, que foi de extrema importância para atingir a vitória. Isso fortaleceu o pensamento do Presidente Figueiredo de que a falta desse meio seria um problema que colocaria qualquer

força que não o tivesse, em desvantagem em relação a algum oponente que o possuísse. Além disso, nessa época, o Brasil estava atrasado em relação a outros países no sentido de ser dotado de submarinos convencionais. Até aquele ano, Argentina, Colômbia, Equador, Grécia, Indonésia, Peru, Turquia e Venezuela já dispunham de submarinos convencionais IKL-209. A Argentina, durante a mesma guerra, utilizou o Submarino *San Luis* que navegou em patrulha por 39 dias, promovendo sérias dificuldades para a *Royal Navy* detectar, além de disparar dois torpedos, um *Special Surface Target* e um MK37 Mod 3. Dessa forma, foi decisivo para que os projetos nucleares que a Marinha detinha fossem apoiados financeira e politicamente (CORREA, 2010; BRASIL, 2012; AMARANTE, 2013).

Concomitantemente ao desenvolvimento da parte nuclear, foi necessário realizar uma etapa preliminar à capacitação na construção de submarinos convencionais. Em 1982, o Brasil contratou uma empresa alemã para produzir e transferir a tecnologia necessária para construção (não para o projeto) de mais três submarinos convencionais da Classe IKL-209 em território brasileiro. Para a Alemanha, era interessante, pois necessitava de novos mercados para os produtos de sua indústria de defesa. Para o Brasil, a intenção era conseguir a capacidade de projetar um submarino que fosse possível ser compatível com a instalação de uma planta nuclear. Em 1988, a MB recebeu o Submarino Tupi, fabricado na Alemanha. Em seguida, as outras três unidades foram construídas no Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ). Uma quarta unidade foi produzida e lançada ao mar em 2004, com modificações e atualizações projetadas em território nacional, o Submarino Tikuna (VIDIGAL, 2002; CORREA, 2010; MOURA, 2012).

3.1 Contexto histórico dos submarinos das Classes Tupi (IKL 209-1400) e Tikuna (IKL 209-1500)

Entre 1980 e 1981, a MB convidou a França, a então Alemanha Ocidental, a Suécia e a Itália para adquirir submarinos na faixa de 1.200 a 1.700 toneladas. Após as negociações, a Alemanha aceitou os requisitos estipulados pelo Brasil, dentre eles encontravam-se as condições de financiamento, o desempenho e a transferência de tecnologia para construção em território brasileiro. A empresa germânica *Ingenieur Kontor Lubeck* (IKL) tinha o projeto do modelo 209, que pesava 1.400 toneladas e possuía a evolução tecnológica e o perfil desejado

pela MB. O consórcio *Ferrostaal/Howaldtswerken Deutsche Werft AG* (HDW) era responsável pela construção (AMARANTE, 2013).

Em 1982, o governo brasileiro propôs a aquisição de dois submarinos ao consórcio alemão HDW. Mas, somente em 1984, quando a parte financeira foi concluída, que a construção do primeiro submarino começou. Dois contratos foram assinados, o primeiro relacionado à construção do primeiro submarino, que seria em *Kiel*, no estaleiro da HDW, com o acompanhamento de engenheiros e técnicos brasileiros. Já o segundo referia-se à construção do segundo submarino, que foi realizada em território brasileiro com a supervisão da HDW. No ano de 1985, antes mesmo da conclusão da construção do primeiro submarino, a MB assinou outro contrato, fazendo a encomenda de mais dois submarinos do mesmo modelo, IKL-209 (AMARANTE, 2013; ALMEIDA, 2018).

Como nessa época o Brasil estava passando por problemas econômicos e transição política, a HDW só conseguiu entregar o primeiro submarino em 1988, que foi chamado de Tupi (Figura 3), dando o nome a essa classe que seria entregue pelos alemães. Em seguida, foi autorizada, pela Alemanha, o envio do material para a construção do segundo submarino, que seria realizada no AMRJ. Em 1994, ele foi comissionado, recebendo o nome de Tamoio (sendo o primeiro submarino a ser completamente construído no Brasil). O terceiro e quarto submarinos da Classe Tupi foram chamados de Timbira e Tapajó, sendo comissionados nos anos de 1996 e 1999, respectivamente (AMARANTE, 2013; ALMEIDA, 2018).

As instalações do AMRJ tiveram que sofrer grandes alterações para que pudessem ser capazes de construir os submarinos da Classe Tupi. O prédio que abrigava a antiga carpintaria do Arsenal foi parcialmente implodido e, com isso, foram desenvolvidas modernas oficinas de montagem e instalação de pontes rolantes. São elas as oficinas de redes, máquinas, estrutura, solda e eletricidade. O dique flutuante Almirante Schieck também foi construído, sendo necessário para a união das seções dos submarinos. A Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (NUCLEP) é a responsável pela produção dos anéis metálicos que formam as seções do submarino, exceto as seções relacionadas aos tubos de torpedo, que possuem fabricação no estaleiro alemão (ALMEIDA, 2018).



Figura 3. Submarino Tupi navegando no Rio de Janeiro, em 2007.

Fonte: Disponível em: <<https://www.naval.com.br/ngb/T/T070/T070-f39.jpg>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Para a realização da construção dos submarinos, as peças e os materiais necessários vieram de várias empresas, principalmente alemãs, como a *Siemens, AG, Krupp-MaK Maschinenbau GmbH, Anschutz Entertainment Group, Varta e Zeiss Group*. O fornecimento de equipamentos pela indústria nacional é pequeno, menos de 3%. Esse fator torna o Brasil dependente da importação de produtos. Outra complicação é o fato de o contrato assinado com a HDW limitar a compra de peças a uma empresa de serviços logísticos ligados a ela, que majora os preços ao fazer a intermediação. Além disso, a necessidade de utilizar a assistência técnica alemã para algumas manutenções preventivas e corretivas, uma vez que os próprios manuais não permitem a autonomia de fazer por conta própria (ARAGÃO, 2013; BARROSO, 2016).

No período de 1985 a 1990, a MB fez um acordo com a HDW para a realização de um programa de treinamento para a elaboração de um projeto de submarino convencional de autoria própria do Brasil, o Submarino Nacional (SNAC). Trinta engenheiros participaram do treinamento e, entre 1986 e 1990, foi realizada a concepção do projeto. Ao mesmo tempo, foi realizado o projeto do submarino de propulsão nuclear que ficou conhecido como o SNAC II (AMARANTE, 2013).

Em 1995, foi assinado o contrato com o consórcio alemão para a construção do Submarino Tikuna, no Brasil. Apesar das semelhanças com a Classe Tupi, o submarino da Classe Tikuna era do modelo IKL-214 e, segundo o diretor do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha (DPHDM), Almirante Engenheiro Naval Armando Senna Bittencourt, com as experiências que a Marinha tinha obtido com a operação de navios e com os submarinos da Classe Tupi, foram introduzidos aprimoramentos e modificações nesse modelo. A HDW forneceu documentação, serviços e materiais para a construção e, junto com uma pequena participação brasileira no desenvolvimento do projeto, foram substituídos equipamentos descontinuados. Isso incrementou seu desempenho, o que fez com que especialistas considerassem esse submarino mais avançado tecnologicamente que os da classe anterior. O governo brasileiro também encomendou mais um submarino para compor a Classe Tikuna, batizado de Tapuia. Contudo, como houve problemas no orçamento e na entrega do Submarino Tikuna, que só teve sua primeira missão realizada em 2005 (Figura 4), a encomenda foi cancelada (AMARANTE, 2013; BARROSO, 2016).



Figura 4. Inauguração do Submarino Tikuna, em 2005. Fonte: Nunes (2011).

O primeiro Programa de Manutenção Geral (PMG) do Submarino Tupi foi realizado em 1996, no AMRJ, e foi uma nova conquista tecnológica. Realizou-se o corte do casco e a separação das seções 10/20, o que permitiu a remoção, reparo e substituição de equipamentos, em especial os motores geradores principais. Isso necessita de uma equipe

bem treinada e tecnologia bem específica, sendo um destaque para o programa pelo seu ineditismo e complexidade técnica (NUNES, 2011).

3.2 Contexto histórico dos submarinos da Classe Riachuelo (S-BR)

Com a aprovação da END, em 2008, ficou instituído que o Brasil iria contar com a força naval submarina composta por submarinos convencionais e de propulsão nuclear, possuindo a capacidade de projetá-los e construí-los em território nacional. Somente seis países no mundo tem o conhecimento e capacidade necessários para construir e operar um submarino desse modelo, a China, os EUA, o Reino Unido, a Rússia, a França e a Índia. No entanto, só a França aceitou os termos de transferência tecnológica requisitados pelo Brasil. No mesmo ano, ocorreu um encontro, na Guiana Francesa, entre os presidentes brasileiro e francês, com o objetivo de realizar o acordo que viabilizasse essa transferência de tecnologia para o Brasil (LANA, 2014; GALANTE, 2018b; SILVA, 2021).

Com a parceria estratégica firmada pelo Brasil e a França, originou-se o PROSUB, que envolveu a transferência de tecnologia do submarino francês da Classe *Scorpène* para a construção de quatro submarinos convencionais, do casco do submarino com propulsão nuclear, de um Estaleiro e Base Naval (EBN) e de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), além da aquisição de despistadores de torpedo e torpedos do modelo F21. O PROSUB é o maior empreendimento da história da indústria nacional e da MB, sendo considerado um dos mais complexos e inovadores na área de defesa, tanto pelos recursos envolvidos como em termos geopolíticos (FONSECA JUNIOR, 2015; FIGUEIRA e PORTO, 2020; RIBEIRO JÚNIOR, 2020).

O contrato principal do PROSUB é apoiado por sete contratos comerciais, que norteiam a troca de tecnologia e a prestação de serviços técnicos especializados. Entretanto, não engloba a transferência de tecnologia nuclear, que vem sendo desenvolvida completamente pela MB, junto com universidades públicas e empresas nacionais, conforme Figueira e Porto (2020)

CONTRATOS

Contrato I – Submarinos Convencionais (SBR), fornecimento de materiais e equipamentos e construção de 4 submarinos, customizados para os requisitos técnicos da Marinha do Brasil;

Contrato II – Submarino com Propulsão Nuclear (SNBR) – projeto, fornecimento de materiais e equipamentos e construção do submarino, exceto a parte nuclear;

Contrato III – Fornecimento de Torpedos F21 e Despistadores de Torpedo, em que o primeiro lote foi entregue pela *Naval Group* em fevereiro de 2020;
Contrato IV – Projeto e construção de um Estaleiro e Base Naval (EBN) e de uma Unidade de fabricação de estruturas metálicas (UFEM);
Contrato V – Administração, Planejamento e Coordenação do Objeto Precípua;
Contrato VI – Transferência de Tecnologia (ToT) – para a construção de submarinos, para o projeto de submarinos, para o projeto e a construção do EBN; e
Contrato VII – trata de *OFFSET* (FIGUEIRA e PORTO, 2020, p. 15).

O PROSUB envolve um conjunto de empresas públicas e privadas, tanto do mercado nacional quanto internacional. Com o acordo militar entre o Brasil e França, a MB parou de negociar com o consórcio alemão *Ferrosaal* HDW e começou a negociar com empresa francesa DCNS (AMARANTE, 2013). A DCNS é responsável pela transferência de toda tecnologia não nuclear que envolve o projeto e construção dos submarinos. Junto com a empresa brasileira Construtora Norberto Odebrecht S.A. (CNO) formaram duas sociedades, a Itaguaí Construções Navais S.A. (ICN) e o Consórcio Baía de Sepetiba (CBS) (FIGUEIRA e PORTO, 2020).

A ICN é responsável pela construção dos submarinos, e a MB (como representante do governo brasileiro) possui ação preferencial (*golden share*), que lhe permite interferir nas decisões referentes à construção dos submarinos. Já a CBS responde pela coordenação das interfaces e integração das empresas em apoio a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino de Propulsão Nuclear (COGESN), que é responsável por todas as atividades de desenvolvimento, nacionalização, construção e gestão dos contratos envolvidos no programa. A NUCLEP, vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologias, Inovações e Comunicações (MCTIC) fica responsável das atividades mecânicas e industriais pesadas (ANDRADE *et al.*, 2019; SILVA, 2021).

O valor de contrato assinado para a realização do PROSUB foi na ordem de 6,8 bilhões de euros. Sendo que 4,32 bilhões de euros foram objeto de financiamento externo em 20 anos, com taxa de 5,5% ao ano. O custo médio para a construção dos submarinos convencionais é 415 milhões de euros, e o de propulsão nuclear é de 1,25 bilhão de euros (sem o reator) (MARINHA DO BRASIL, 2006; FIGUEIRA e PORTO, 2020).

O treinamento para a construção dos submarinos foi realizado de maneira similar ao treinamento alemão para a construção dos submarinos das Classes Tupi e Tikuna, entretanto, a diferença é que o escopo na França ficou limitado à parte de vante do submarino e ao papel da assistência técnica, que no caso do treinamento alemão foi de uso restrito. A DCNS iniciou

uma escola de projeto de submarinos, em território francês, onde engenheiros militares e servidores civis receberam os conhecimentos técnicos e o treinamento teórico e prático. Cerca de 259 brasileiros participaram do treinamento de transferência de tecnologia na França, sendo, 91 funcionários da ICN; 65 funcionários da NUCLEP e 103 servidores da MB (civis e militares) (RIBEIRO JÚNIOR, 2020; SILVA, 2021).

No caso francês, o treinamento foi constituído de quatro etapas. A primeira delas foi realizada na França, para a aquisição de base, para reforçar e introduzir novos conhecimentos aos técnicos brasileiros. A segunda foi realizada tanto na França quanto no Brasil, que se resumiu à aplicação inicial dos conhecimentos adquiridos com supervisão da DCNS. A terceira é relacionada com colocar em prática, no Brasil, o que foi aprendido com apoio da assistência técnica da DCNS. A quarta etapa é relacionada à obtenção de autonomia e ao aumento da produtividade (RIBEIRO JÚNIOR, 2020).

A necessidade de construir um novo estaleiro no Brasil deveu-se ao fato de não possuir nenhuma estrutura no país que atendesse às condições necessárias para a construção de submarinos nucleares, nem mesmo o AMRJ, que foi responsável por construir os submarinos das Classes Tupi e Tikuna. Um exemplo de pré-requisito é a necessidade de instalações para armazenagem de material radioativo por longo período (20 anos). A região de Itaguaí – RJ, mais precisamente próximo à Ilha da Madeira, foi escolhida visando atender esses requisitos. Ademais, o local possui vantagens, como, por exemplo: proximidade da NUCLEP, do parque industrial brasileiro (localizado entre Rio de Janeiro e São Paulo), das usinas nucleares de Angra dos Reis (que possuem planos de emergência nucleares), da Base Aérea de Santa Cruz (que pode prover proteção aérea), localização perto de um canal marítimo que permite a utilização de submarino e posição geográfica que permite vias de acesso, infraestrutura e mão de obra especializada (ARAGÃO, 2013).

A construção do Submarino Riachuelo começou nas instalações da DCNS, com o corte da primeira chapa de aço para a construção das seções S3 e S4, que compõem a parte de vante do submarino. A construção no Brasil só começou em 2011, com o corte da primeira chapa de aço para a seção de qualificação e na unidade de fabricação de estruturas metálicas, com a fabricação dos reforços da estrutura do casco (cavernas). Em 2013, as seções S3 e S4, chegaram ao Brasil, com destino a UFEM. Em 2018, as seções foram unidas e seu lançamento ao mar foi realizado em dezembro do mesmo ano (Figura 5). Em 2020, após uma série de testes, foi realizada a primeira navegação independente (SILVA, 2021).



Figura 5. Lançamento do Submarino Riachuelo S40.

Fonte: Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2019/01/26/cronograma-do-programa-de-submarinos-prosub-para-2019/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Em relação ao submarino com propulsão nuclear, a primeira etapa do seu projeto já foi concluída, denominada de fase A (concepção e exequibilidade). Com a fase B, que consiste no projeto básico, será possível a montagem dos contratos definitivos de aquisição do pacote de material e construção. A fase C, consiste no projeto de detalhamento e a fase D que é a construção, durará até a finalização do submarino (SILVA, 2021).

3.3 Características dos submarinos das Classes Tupi (IKL 209-1400) e Tikuna (IKL 209-1500)

Com a vontade de dominar o projeto de construção de um submarino convencional, para a posterior adaptação para a construção de um submarino nuclear, a MB investiu na construção dos submarinos convencionais das Classes Tupi e Tikuna. O Submarino Tupi foi lançado em 28 de abril de 1987 e incorporado em 6 de maio de 1989. Com propulsão diesel-elétrica, possui quatro motores a diesel, de 12 cilindros MTU 12V493 TY 60 e 800 hp cada, quatro geradores elétricos AEG de 420 kw, além de um motor elétrico conectado a um eixo e uma hélice de cinco pás, que gera 5 mil hp (AMARANTE, 2013).

Em relação ao peso, pode variar de 1.150 toneladas, que é o peso padrão, podendo chegar a 1.440 toneladas, quando carregado e em mergulho. Possui 61,20 m de comprimento,

5,50 m de calado e 6,20 m de boca, mas, se considerar os hidroplanos da popa, chega a 7,60 m. A velocidade máxima que o Submarino Tupi pode atingir na superfície é de 11 nós, e quando submerso pode atingir 21,5 nós. O tanque de combustível tem volume para comportar até 116 toneladas de diesel (AMARANTE, 2013).

O raio de ação do Tupi vai variar de acordo com a sua velocidade e a posição que se encontra (superfície ou submerso). Quando submerso, pode atingir 400 MN a 4 nós, ou 230 MN a 8 nós, ou 50 MN a 16 nós e quando a velocidade máxima é de 21,5 nós pode chegar a 25 MN, utilizando o motor elétrico. Quando na superfície, ou com esnórquel, pode atingir até 10 mil MN a 8 nós. A profundidade máxima que ele pode submergir é de 250 metros e sua tripulação é composta por 33 pessoas (AMARANTE, 2013).

Os sensores que o Tupi possui são: um sonar STN *Atlas Elektronik CSU-83/1*, composto por um sonar ativo de média frequência DBSQS-21 e dispositivos passivos laterais; um radar de navegação *Thomson-CSF Calypso III*; CME *Thomson-CSF DR 3000U*; dois periscópios *Kollmorgen Mod 76* e sistema de navegação inercial *Sperry MK29 mod 2*. Com relação aos armamentos, os sistemas de direção de tiro e dados táticos são o *Ferranti KAFS A 10*. Possui oito tubos de torpedos de 21 polegadas (533 mm) na proa, e tinha, originalmente, a capacidade para 16 Torpedos *MK24 Tigerfish Mod 1* (filoguiado), além de minas. Com os “reparos de meia vida”, houve a troca de equipamentos obsoletos e a modernização do Tupi, além da aquisição e substituição do Torpedo *MK24 Tigerfish Mod 1* pelo *MK48 Mod 6AT* (MARINHA DO BRASIL, 2014).

O Submarino Tikuna foi lançado em 9 de março de 2005 e incorporado em 16 de dezembro do mesmo ano. Diferentemente do Tupi, possui peso padrão de 1.400 toneladas, sendo mais pesado. E quando carregado e em mergulho pode chegar a 1.550 toneladas. As suas dimensões são de 62,05 m de comprimento, 5,50 m de calado e 6,20 de boca, mas se considerar os hidroplanos da popa, chega a 7,60 m, bem similares ao Tupi, sendo levemente mais comprido (AMARANTE, 2013).

A propulsão diesel-elétrica é realizada por quatro motores a diesel de 12 cilindros MTU 12V396 de 940 hp cada, sendo mais potentes que os seus antecessores, quatro geradores elétricos AEG, um motor elétrico acoplado a um eixo e uma hélice de cinco pás, que gera 5 mil hp, igual ao modelo Tupi. A velocidade máxima na superfície pode chegar a 20 nós, quase o dobro quando comparado ao Tupi (11 nós). Quanto à tripulação, comporta um número maior,

em relação a classe anterior, sendo 8 oficiais e 33 praças, totalizando 41 tripulantes (AMARANTE, 2013).

Tanto os submarinos da Classe Tupi como os da Classe Tikuna foram projetados para operar durante 45 dias e, em seguida, retornar para um período de manutenção preventiva por 30 dias. Entretanto, posteriormente, esse valor foi modificado para 60 dias de operação para 30 dias de manutenção preventiva. Essa mudança se deve ao fato de aumentar sua disponibilidade (ARAGÃO, 2013). Os modelos dos sensores foram atualizados para dois periscópios *Kollmorgen* com ECM e MAGE AR-900 integrado, sonar de busca passiva/ativa, de média frequência e radar de superfície *Scanter* MIL-24X. O sistema de direção de tiro e dados táticos foram alterados do *Ferranti* KAFS A 10 para o ISUS 83-13. O Tikuna também possui oito tubos de torpedos, de 21 polegadas (533 mm), instalados na proa. A capacidade, originalmente, era de 16 Torpedos MK24 *Tigerfish* Mod 1 (filoguiado) ou *Bofors* T2000, mas, assim como o Tupi, também foi atualizado para o MK48 Mod 6AT (AMARANTE, 2013).

3.4 Características dos submarinos da Classe Riachuelo (S-BR)

Os submarinos da Classe Riachuelo são adaptados da Classe *Scorpène* francesa, considerada pelos especialistas navais internacionais, como uma das mais bem-sucedidas no mundo. Os Submarinos *Scorpène* são extremamente silenciosos e hidrodinâmicos, medem cerca de 66 metros de comprimento e pesam quase 1.600 toneladas. Devido ao aço especial usado na sua fabricação (derivado do que é utilizado nos submarinos nucleares franceses), conseguem carregar mais combustível e munição, possuindo maior poder de combate e autonomia, podendo ficar uma média de 240 dias por ano e 70 dias consecutivos no mar (FIGUEIRA e PORTO, 2020).

A propulsão é realizada por dois motores a diesel (Motores de Combustão Principal) com potência de 1.600 hp e o Motor Elétrico Principal (MEP), mais moderno que o da Classe Tupi, que gera 3.600 hp, o que permite que o submarino atinja velocidades de até 20 nós, quando submerso. Os submarinos dessa classe conseguem atingir profundidade de até 300 metros, o que garante uma liberdade tática inédita em submarinos convencionais (SILVEIRA JUNIOR, 2019; FIGUEIRA e PORTO, 2020).

O sistema de propulsão pode, ainda, contar com o modelo francês de AIP, chamado *Module d'Énergie Sous-Marine Autonome* (MESMA), que utiliza etanol e oxigênio para mover

a turbina a vapor. Entretanto, o Brasil decidiu não instalar o MESMA. Como o objetivo do país é utilizar a propulsão nuclear, não é do interesse fazer o investimento nessa forma de propulsão, também. Dessa forma, decidiu-se utilizar o espaço que esse sistema ocuparia, para aumentar o espaço de combustível, alimentos e beliches (SILVEIRA JUNIOR, 2019).

Os equipamentos internos são montados com sustentação elástica do tipo “*shock-resistant*”, comuns em submarinos com propulsão nuclear. Dessa forma, menos vibrações são transmitidas para o casco, tornando-o mais silencioso. Com isso, esses submarinos podem realizar operações com alta taxa de discricção. Outro fator positivo está relacionado ao alto nível de automação, com sistemas monitorando os diversos compartimentos, leme, propulsão, controle de avarias e/ou perigos iminentes (FIGUEIRA e PORTO, 2020).

A Classe Riachuelo é composta pelos submarinos convencionais Riachuelo S40, Humaitá S41 (Figura 6), Tonelero S42 e Angostura S43, sendo o Riachuelo S40 o primeiro a ser entregue e se encontrar pronto para uso. Devido às necessidades brasileiras, foram feitas modificações no projeto do Submarino *Scorpène*, sendo os da Classe Riachuelo, 5,21 metros mais compridos, chegando a aproximadamente 71,62 metros, além de 153 toneladas mais pesados na superfície (Figura 7). As mudanças ocorreram de forma a aumentar a autonomia para que o submarino possa navegar mais tempo pela ZEE e pela PC (LOPES, 2018; SOUZA e OLIVEIRA, 2021).



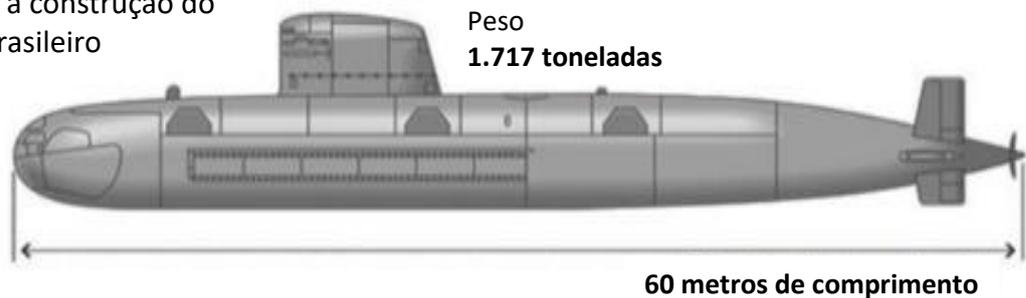
Figura 6. Lançamento do Submarino Humaitá, em 2020.

Fonte: Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2020/12/12/fotos-lancamento-ao-mar-do-submarino-humaita-s41/>>. Acesso em 15 jul. 2022.

O sistema de combate empregado nesses submarinos é o *Submarine Tactical Integrated Combat System* (SUBTICS), que possui um alto grau de integração dos sensores e a capacidade de engajamento de diferentes tipos de armamentos, simultaneamente. O torpedo utilizado é o F21 e o sistema de despistamento de torpedos é o CONTRALTO®-S¹⁴. Além disso, esses submarinos também são dotados do Mastro Optrônico de Busca, que é composto por câmeras digitais (no espectro da luz visível) e infravermelhas (SILVEIRA JUNIOR, 2019).

Scorpène

O submarino francês que serviu de base para a construção do submarino brasileiro



S-BR

Submarino francês-brasileiro

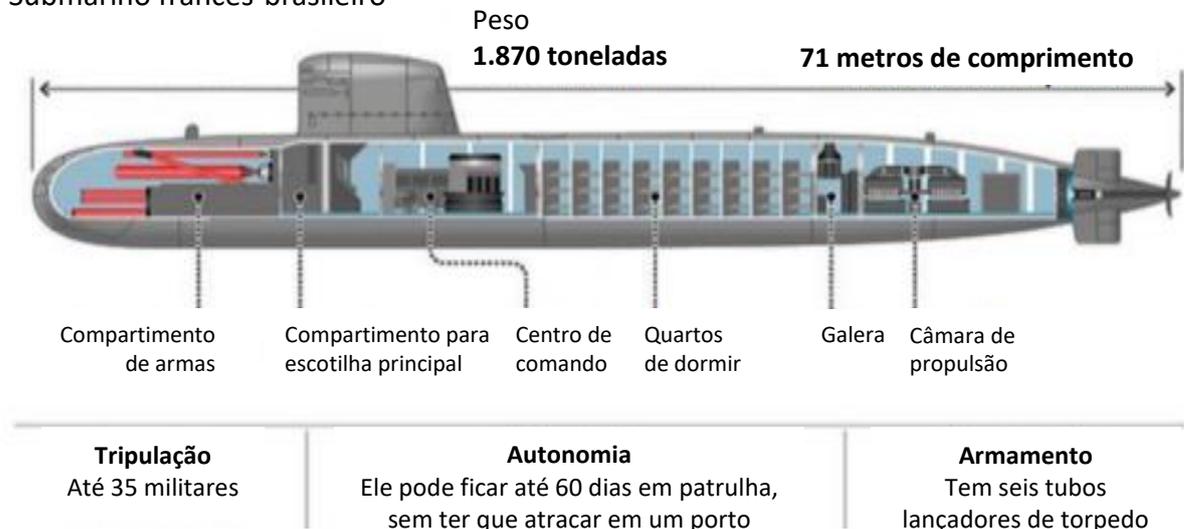


Figura 7. Comparação das dimensões dos Submarinos *Scorpène* e S-BR (Riachuelo).

Fonte: Adaptado de Figueira e Porto (2020).

¹⁴ Desenvolvido para combater a nova geração de torpedos, o sistema CONTRALTO®-S desenvolvido pela *Naval Group* (ex-DCNS), é baseado no conceito de confusão/diluição do alvo. O sistema cria uma nuvem de alvos falsos, renovando constantemente esses alvos, perturbando o torpedo e fazendo com que ele desperdice sua energia atacando os alvos criados (PADILHA, 2013).

3.5 Características do Submarino Convencional com Propulsão Nuclear Brasileiro (SCPN-BR)

O SCPN-BR, chamado de Álvaro Alberto, deve ser concluído até 2033, e terá como base o projeto do S-BR Riachuelo modificado, sendo diferenciado nas dimensões, pois é necessário comportar o reator nuclear PWR (*pressurized water reactor*) (Figura 8). O reator não está incluso no programa de transferência de tecnologia, e está sendo desenvolvido pelo Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE). O SCPN-BR terá 9,8 metros de diâmetro, portanto, maior que os convencionais, que possuem 6,2 metros. O comprimento total será um pouco mais de 100 metros (28 a mais que os modelos convencionais), e possuirá um deslocamento de 6.000 toneladas na superfície e 6.500 toneladas submerso, semelhantes à Classe *Los Angeles* de submarinos nucleares do EUA. Ele terá capacidade de atingir profundidades superiores a 250 metros (ANDRADE *et al.*, 2019; SILVA, 2021).

A propulsão turbo-elétrica será realizada por dois motores que poderão gerar até 50 MW de potência, entretanto, a projeção de velocidade é de 19 nós, sendo considerada baixa, todavia, esses são dados de classificação inicial e podem ser alterados com o desenvolvimento do programa. Sobre os sistemas de controle/navegação, de detecção acústica e de autodefesa, serão similares aos da Classe Riachuelo, assim como os Torpedos F21, que serão utilizados. Ademais, também poderão lançar os mísseis *Exocet SM 39* (GALANTE, 2018a; SOUZA e OLIVEIRA, 2021).

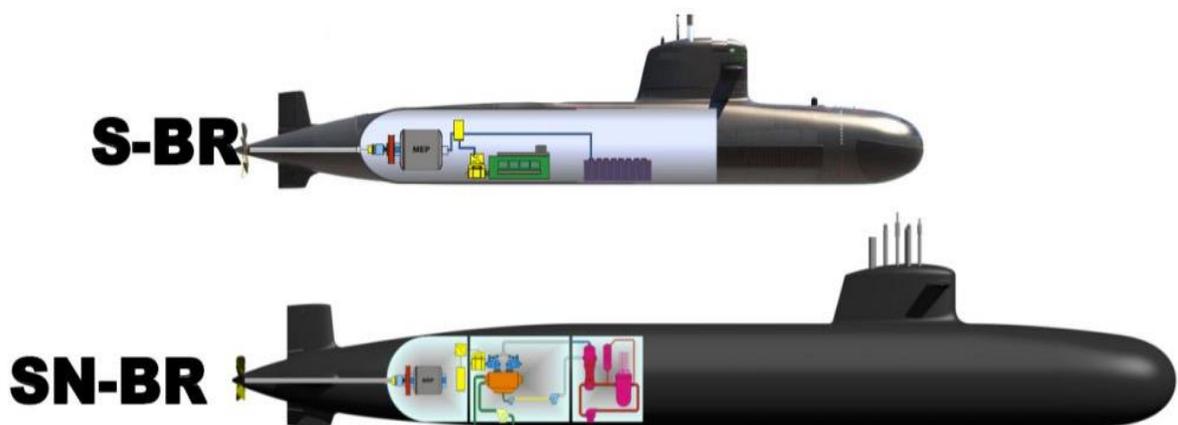


Figura 8. Ilustração comparando o tamanho e a propulsão diesel-elétrica do S-BR e a propulsão nuclear do SCPN-BR.

Fonte: Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/02/20/o-prosub-e-o-submarino-nuclear-brasileiro-sn-br/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

A seguir, são apresentadas, de forma sucinta, algumas características dos submarinos convencionais e de propulsão nuclear brasileiros, comparados com os submarinos da Classe *Scorpène* (Quadro 2).

Quadro 2. Características dos submarinos convencionais e de propulsão nuclear brasileiros e a da Classe *Scorpène*.

Meios Características	Tupi e Tikuna	<i>Scorpène</i>	S-BR	SCPN-BR
Comprimento	62,0 m	66,4 m	71,6 m	100,0 m
Diâmetro	6,2 m	6,2 m	7,5 m	10,0 m
Deslocamento	1.586 t	1.900 t	2.000 t	6.000 t

Fonte: Adaptado de Bezerra (2015).

Neste capítulo, discutiu-se o contexto histórico dos submarinos da MB com foco nas características das Classes Tupi e Tikuna, bem como os da Classe Riachuelo e o SCPN-BR. Concluiu-se que as inovações relacionadas à implementação dessas classes na MB foram, e estão sendo, fundamentais para que a MB se torne cada vez mais autônoma na construção e na utilização dos submarinos. No capítulo a seguir, será possível perceber a correlação entre a importância desses submarinos e os torpedos pesados, seu principal armamento.

4 ARMAMENTOS DOS SUBMARINOS: a importância dos recentes torpedos pesados da Marinha do Brasil

A MB tem vulnerabilidade quando se trata do poder de fogo dos submarinos, visto que, atualmente, somente as minas são produzidas no país. A dependência externa para a aquisição desse material traz consequências, como, por exemplo, as limitações que são impostas quando se trata dos *hardwares* e *softwares* que compõem esses equipamentos. Dessa forma, o país fica restrito a fazer acordos comerciais com empresas específicas e fica dependente de outros países para conseguir o material que precisa (ERVILHA, 2011).

Quando se fala sobre o poder de fogo de um submarino, considera-se o tipo e a quantidade de armamentos que ele pode ter. A quantidade de armas presente em um submarino está relacionada ao seu tamanho e à tecnologia envolvida na sua construção. Devido a esse fator, os submarinos convencionais têm menor capacidade de carregar armamentos quando comparados aos submarinos nucleares. Dessa forma, busca-se sempre a otimização do espaço para armazenar mais armamentos (ERVILHA, 2011).

Os armamentos podem ser de três tipos diferentes: minas, mísseis e torpedos. Este último é considerado o armamento principal. Assim, este capítulo tem como objetivo analisar a história e a importância dos recentes torpedos pesados na MB.

4.1 Minas, Mísseis e Torpedos

As minas submarinas são artefatos explosivos que ficam posicionados abaixo da superfície da água. A sua detonação ocorre por meio de colisão direta com sua estrutura ou quando tem alguma influência em seu mecanismo de disparo, sendo considerada um perigo para quaisquer embarcações. Elas são relativamente fáceis de produzir e têm o poder de causar muito dano. Mesmo quando são construídas com tecnologia antiga, representam uma ameaça às Forças Navais (TILL, 1987). Sua simples presença em uma área marítima tem o poder de cessar o fluxo de embarcações naquela região e causar sérios prejuízos ao comércio marítimo (BYKOW, 2020).

As minas podem ser lançadas de diversas maneiras; uma delas é com a utilização de submarinos. Esses meios têm a vantagem de adentrar de maneira sigilosa na área de interesse e plantar as minas com precisão. Entretanto, possui algumas desvantagens, como a

dificuldade de minar águas rasas, de efetuar a reminagem e, principalmente, a utilização do espaço físico para seu armazenamento, uma vez que, quanto maior a quantidade de minas, menor o número de torpedos e mísseis que o submarino poderá carregar. Uma maneira de contornar essa situação é a utilização de cinturões de minas, que são estruturas que ficam instaladas na parte externa do submarino e, dessa forma, ele terá condições de carregar maior número de armamento, aumentando sua capacidade de minagem (SENN, 2011).

Para o Brasil, as minas marítimas podem ter grande utilidade na proteção dos portos e dos campos de petróleo em alto mar. As minas de fundeio têm a sua profundidade regulada por meio de sua amarra e podem ser posicionadas em grandes profundidades. Dessa forma, atuam limitando o acesso de navios e submarinos em determinada região, o que reduz a complexidade do controle da área marítima e auxiliam na negação do uso do mar. Os submarinos das Classes Tupi, Tikuna e Riachuelo possuem a capacidade de lançar minas. Inclusive, o submarino nuclear de ataque brasileiro, que está em desenvolvimento, também terá capacidade de minagem (SENN, 2011).

Já em relação aos mísseis marítimos, somente os submarinos da Classe Riachuelo, e, possivelmente, o SCPN-BR terão a possibilidade de realizar o lançamento. Os submarinos das Classes Tupi e Tikuna não possuem capacidade de lançar mísseis (MOURA, 2012). Os mísseis marítimos possuem um poder de ataque que não se deve negligenciar e podem ser usados no combate mar-mar, mar-terra e mar-ar, sendo versáteis nesse sentido, e abrem possibilidades muito interessantes em seu uso (DUNNIGAN, 2003; BAILEY, 2004; NOTHEN, 2013).

Segundo Moura (2012), os mísseis podem ser divididos em quatro tipos. O primeiro deles são os mísseis de cruzeiro, que geralmente são utilizados para atacar alvos terrestres, mas também podem atingir alvos navais, dependendo da versão de míssil utilizada. Alguns exemplos são os mísseis *Tomahawk*, de origem norte-americana, que possuem alcance de 2.600 km (1.400 milhas), o míssil russo SS-N-21, que tem alcance de 3.000 km (1.620 milhas) e o MDCN (*Missile de Croisière Navale*), de origem francesa, que possui alcance de 1.000 km (621 milhas) (PICARD, 2006).

O segundo tipo são os mísseis de longo alcance, que possuem como exemplo a ser citado, os da faixa *Sub-Harpoon*, de origem norte-americana, e podem atingir alvos até 130 km de distância (70 milhas). O terceiro tipo são os mísseis de médio alcance, como exemplo são os da faixa *Exocet SM39*, de origem francesa, que são utilizados, principalmente, para atingir plataformas navais, possuem alcance de 50 km (27 milhas) e velocidade subsônica.

Estes últimos mísseis equiparão os submarinos da Classe Riachuelo e o futuro submarino nuclear brasileiro (SOUZA e OLIVEIRA, 2021). O quarto tipo são os mísseis antissubmarino, que podem transportar uma bomba de profundidade (que pode ser nuclear) ou um torpedo antissubmarino. Podem ser citados os mísseis SS-N-15 e SS-N-16, de origem russa, que possuem alcance de 50 km (27 milhas). Geralmente, os submarinos lançam mísseis de médio alcance, pois utilizam somente os sensores internos. Quando os mísseis possuem um alcance maior, é necessária a utilização de sensores externos, como satélites ou aeronaves de esclarecimento em conjunto com os do submarino (SAUNDERS, 2007; MOURA, 2012).

Em relação aos torpedos, estes são os principais armamentos dessa arma submarina. Eles são utilizados tanto contra navios de superfície como contra submarinos, possuindo diversos fabricantes responsáveis por sua produção (MOURA, 2012). Atualmente, existem basicamente duas classes de torpedo, os leves e os pesados. Os torpedos leves geralmente possuem 323 mm (12,75 polegadas) de diâmetro, 2,74 m (9 pés) de comprimento e pesam em torno de 272 kg (600 libras). Possuem maior versatilidade quanto ao lançamento, pois podem utilizar diversas plataformas, como, por exemplo, navios de superfície, aeronaves, helicópteros e lançadores de foguetes. Já os torpedos pesados, geralmente, possuem dimensões de 533 mm (21 polegadas) de diâmetro, 6,4 m (21 pés) de comprimento e podem pesar em torno de 1.814 kg (4.000 libras). Diferentemente dos torpedos leves, os pesados são lançados somente por submarinos (HILLS, 1982).

Importante salientar que os torpedos podem ser disparados com os motores desligados, pelo sistema de descarga positiva para, logo depois, serem ativados ao deslocarem-se em direção ao alvo; podem, também, ser disparados por *swim-out*, quando os motores são ligados dentro do tubo de lançamento, não necessitando de impulso. O *swim-out* tem a vantagem de formar menos bolhas, o que poderia identificar sua posição e a do submarino ao inimigo. Quanto à guiagem do torpedo, esta pode ser feita por um fio conectado, por forma autônoma, por corrida reta ou por uma combinação entre essas três formas. O torpedo pode variar, também, em relação à cabeça de combate, uma vez que pode ser pequena, com uma carga projetada para dupla penetração no casco, ou grande com uma carga para quebrar a quilha de um navio ou até mesmo conter uma ogiva nuclear (FRIEDMAN, 1989; SCHMIDT, 1992).

Nas últimas décadas, a MB utilizou torpedos pesados de diferentes procedências. A seguir, será discutida a história recente dos torpedos pesados e a sua importância para a MB.

4.2 Torpedo MK24 *Tigerfish*

O Torpedo MK24 *Tigerfish* foi um torpedo pesado usado pela *Royal Navy* (RN). Teve o seu desenvolvimento conceitual feito em meados da década de 1950, pelo Ministério da Defesa do Reino Unido e, em 1959, a produção foi iniciada com previsão de entrega para 1969. Em 1967, o primeiro protótipo já estava pronto, entretanto, as capacidades anti-superfície do torpedo foram removidas. E, em 1972, a *Marconi Company* ficou responsável pelo desenvolvimento do *Tigerfish*. A produção teve início em 1977 e, só em 1983, eles entraram definitivamente em atividade (ROCHESTER AVIONIC ARCHIVES, 2022).

Entretanto, durante a Guerra das Malvinas, em 1982, começou-se a suspeitar de problemas de confiabilidade no funcionamento do equipamento. Em vez do comandante do *Conqueror*, submarino britânico, utilizar o *Tigerfish*, ele disparou os torpedos mais antigos MK 8, de desenvolvimento do início do século XX. E, dessa forma, afundou o cruzador argentino *Belgrano* (SCHMIDT, 1992). Com isso, foi feito o Programa de Consolidação, no intuito de atualizar o sistema completo de armas, o que acarretou na criação da versão *Tigerfish* Mod 2, que era muito mais confiável do que a primeira. O Mod 2 entrou em serviço em 1987 e continuou sendo atualizado, chegando na versão Mod 2*, em 1992, no entanto, nenhuma versão Mod 3 foi produzida. Nesse mesmo tempo outro projeto estava em desenvolvimento, como tentativa de superar o *Tigerfish* em desempenho, o que ocorreu. Dessa forma, o torpedo pesado *Spearfish* começou a substituir o *Tigerfish* a partir de 1988, sendo o último *Tigerfish* aposentado do serviço, pela RN, em 2004 (ROCHESTER AVIONIC ARCHIVES, 2022).

O MK 24 *Tigerfish* era um torpedo pesado controlado pelo submarino através de um fio de guiagem, e equipado com sonar ativo ou passivo. Utilizava o sonar passivo para travar no sinal do alvo e poderia usar o sinal ativo caso ele perdesse o contato passivo (RISTVEDT, 1993). A guiagem passiva podia chegar até 29 km (15,7 milhas) a uma velocidade de 24 nós. Enquanto na guiagem ativa, podia chegar até 13 km (7 milhas), com velocidade de 35 nós. Possuía um diâmetro de 533 mm (21 polegadas) e a cabeça de combate pesava 134 kg (NOGUEIRA, 2018).

A produção do *Tigerfish* chegou a 2.184 unidades e, além da RN, as marinhas da Turquia, do Chile, da Indonésia, da Colômbia e do Brasil também utilizaram esse modelo (ROCHESTER AVIONIC ARCHIVES, 2022). No caso do Brasil, o *Tigerfish* foi adquirido porque os submarinos da Classe *Oberon* foram recebidos da Inglaterra e como o sistema utilizado na época era, majoritariamente, de origem inglesa, houve a tendência de aceitação do *Tigerfish* Mod 1 (Figura 9).



Figura 9. Carregamento do MK24 *Tigerfish* no Submarino Tapajó.

Fonte: Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/01/14/os-100-anos-da-forca-de-submarinos-e-o-prosub-parte-6/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Porém, ao fechar a compra dos submarinos, tal torpedo ainda se encontrava em desenvolvimento. Quando o torpedo chegou ao Brasil e foi testado, foram constatados os problemas de confiabilidade que ele já vinha sofrendo na Marinha Britânica. Mesmo os ingleses afirmando que as atualizações resolveram o problema do *Tigerfish* Mod 1, o Brasil evitou a compra do seu modelo sucessor e procurou uma nova alternativa para esse tipo de armamento nos novos submarinos da Classe Tupi, demonstrando interesse no modelo *Bofors* T2000 (CASTRO, R., 2012).

4.3 Torpedo 2000

Na procura de um sucessor para o Torpedo *Tigerfish*, a MB recebeu proposta de uma empresa sueca, para que realizasse a transferência de tecnologia do Torpedo 2000 para o Brasil (CASTRO, R., 2012). Torpedo 2000 é o nome usado para a exportação. Originalmente, chama-se Torpedo 62, e começou a ser desenvolvido no final da década de 1980, pela empresa *Saab Bofors Underwater Systems*, para substituir o Torpedo 613, também de origem sueca.

Em 1991, a empresa recebeu um valor de 200 milhões de coroas suecas em um contrato para finalizar o desenvolvimento do torpedo. Porém, diversos problemas atrasaram a finalização do torpedo e, em vez de ficar pronto em meados da década de 1990, só veio a ser entregue à Administração Sueca de Materiais de Defesa, para a realização dos testes iniciais, em 2001. As Forças Armadas suecas só receberam o primeiro lote dos torpedos em 2004 e, somente em 2010, estes foram entregues à Marinha Sueca, sendo o torpedo mais recente e moderno usado por eles (GOTBAUM, 1995).

O Torpedo 62 tem uma característica diferente em relação aos outros torpedos pesados: este pode ser lançado tanto por navios na superfície quanto por submarinos (GOTBAUM, 1995). Além disso, possui um sistema de propulsão térmica avançada de *pump jet* que permite que ele chegue à velocidade de 40 nós. O combustível usado é o álcool e o peróxido de hidrogênio em altas concentrações. Ele possui as dimensões de 5,99 m de comprimento por 533 mm de diâmetro, pesando em torno de 1.400 kg, com alcance máximo de 40 km. Sua guiagem é realizada a fio e possui um sistema avançado de contramedidas por meio de *homing* acústico ativo/passivo¹⁵. O Torpedo 62, ainda consegue rastrear e classificar vários alvos simultaneamente (BENEDICT, 2000).

Porém, a negociação da MB com a empresa sueca não evoluiu. Ocorreram atrasos de mais de dois anos na execução do projeto e os suecos não forneciam informações técnicas suficientes para a MB, além do fato de o combustível utilizado ser o peróxido de hidrogênio bem concentrado, que é altamente inflamável. Em 2000, ocorreu um acidente com o

¹⁵ Trata-se de um sistema que usa a assinatura acústica (som) de um alvo para guiar um objeto em movimento, como um torpedo. O retorno acústico pode ser de natureza passiva ou ativa. Usando o *homing* acústico passivo, o sistema é projetado para se mover em direção ou para longe de um som, e também pode ser projetado para se mover apenas em direção a certos tipos de sons com exclusão de outros, enquanto o *homing* acústico ativo é um verdadeiro Sonar. O sistema emite um pulso sonoro que reflete nos objetos e depois volta para o sistema, onde o sistema processa os ecos para determinar a resposta adequada.

submarino nuclear russo *Kursk*, onde suspeita-se que o peróxido de hidrogênio vazou de um torpedo e causou uma explosão que destruiu o submarino durante um exercício de treinamento. Com isso, a MB decidiu rescindir o contrato e, durante as negociações, conseguiu que os valores pagos fossem ressarcidos. Dessa forma, foi necessário buscar um novo fornecedor de torpedos para os submarinos brasileiros e, assim, foram feitas as negociações para adquirir o Torpedo MK48 Mod 6 AT (CASTRO, R., 2012).

4.4 Torpedo MK48 Mod 6AT

Com a necessidade de adquirir um torpedo para ser utilizado pelos submarinos das Classes Tupi e Tikuna, foi realizada uma negociação com os EUA para a venda do torpedo pesado MK48. Este torpedo já está integrado à MB com sua versão MK48 Mod 6AT, com adaptações nacionais, e já foi lançado com sucesso por seus submarinos (CASTRO, R., 2012).

A primeira versão do Torpedo MK48 foi desenvolvida na década de 1960 e só entrou em atividade em 1971. Este torpedo foi projetado para combater tanto submarinos convencionais como nucleares e navios de superfície de alto desempenho. O sistema de propulsão do torpedo é com base no combustível líquido monopropelente, o *Otto Fuell II*, de ciclo aberto. O *Otto Fuell II*, quando comparado a outros combustíveis e à propulsão elétrica, é uma alternativa segura, mais barata e com melhor performance. É extremamente estável, tem pouco risco de explosão, não é corrosivo, podendo ficar armazenado no tanque de combustível por até 10 anos e, com um armazenamento controlado, pode variar de 75 a 100 anos (HILLS, 1982; GANSLER *et al.*, 2008).

O torpedo possui o motor com pistão de seis cilindros e *pump jet* de grande eficiência. Ele pode ser disparado por descarga positiva ou sair do submarino por *swim-out*. Durante o seu percurso até atingir o alvo, o tanque de combustível é pressurizado pela água do mar e isso é possível uma vez que o *Otto Fuell II* é mais denso e imiscível na água. Dessa forma, controla-se a pressão no interior do tanque de acordo com a profundidade. Para fazer a guiagem, o torpedo pode ser operado com ou sem fio, e pode usar o *homing* acústico ativo e/ou passivo, dessa forma, tem uma variedade de opções de ataque (HILLS, 1982; JANE'S NAVAL FORCES, 2001; GANSLER *et al.*, 2008).

Em 1988, a Marinha dos EUA desenvolveu melhorias no MK48, que resultou no novo modelo MK48 ADCAP (Torpedo Pesado Mark 48 *Advanced Capability*) (Figura 10), produzido

pela *Hughes and Westinghouse*. Essa atualização foi devido ao fato de que a Marinha Soviética encontrava-se cada vez mais sofisticada, o que representava uma ameaça aos EUA. Foram feitas mudanças significativas no *hardware* do torpedo, com atualizações no sistema de controle, orientação e silenciamento do sistema de propulsão (JANE'S NAVAL FORCES, 2001; GANSLER *et al.*, 2008).

Com isso, o torpedo teve aumento na sua capacidade de memória, melhoria no seu poder de processamento e aumento do alcance de aquisição do alvo. Também foi possível aumentar sua velocidade, a capacidade de atingir maiores profundidades, diminuir sua vulnerabilidade às contramedidas inimigas e reduzir as restrições a bordo, como menor aquecimento e tempo de ativação. Dessa forma, tornou-se ainda mais efetivo, principalmente contra navios de superfície. Após feito seu lançamento, o torpedo realiza uma busca e aquisição de alvos e, caso o alvo seja perdido, pode realizar o re-ataque diversas vezes. Seu sistema de orientação e controle são digitais e isso permite que ao fazer as atualizações de *softwares* o torpedo fique mais otimizado para combater as ameaças (GANSLER *et al.*, 2008; JANE, 2001).

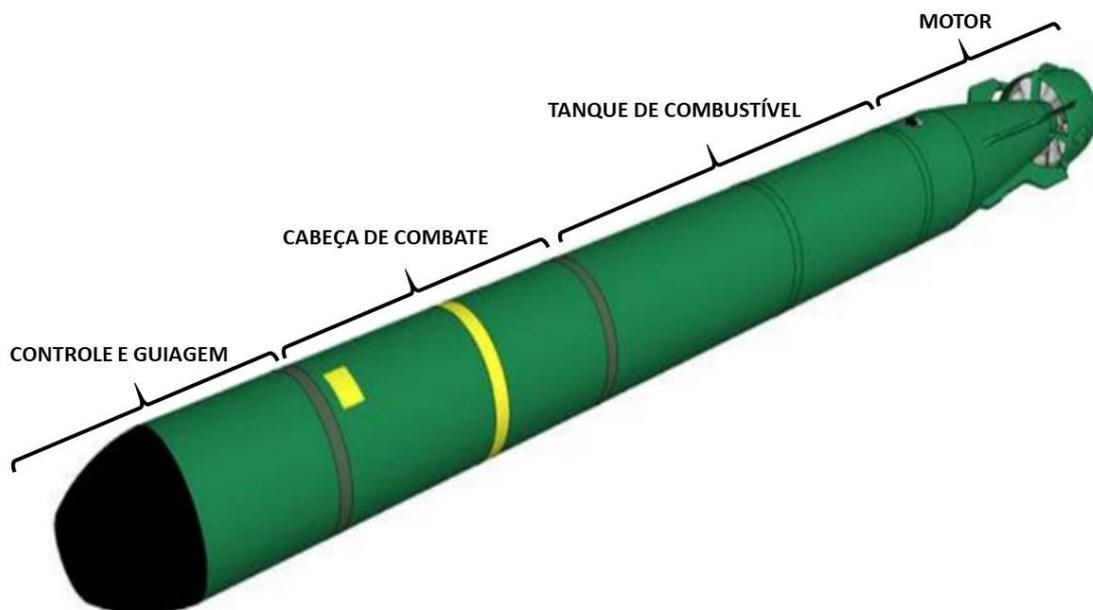


Figura 10. Seções do Torpedo MK48 ADCAP.
Fonte: Adaptado de Suqi (2021).

O Torpedo MK48 ADCAP continuou recebendo atualizações de *softwares*, gerando novas versões como, por exemplo, o Mod 6, que, em 1997, atingiu sua capacidade operacional, e continuou recebendo atualizações. A versão mais recente, foi desenvolvida em

um Programa de Desenvolvimento Conjunto com a Marinha Real Australiana, que é a versão Mod 7 tendo atingido sua capacidade operacional em 2006. As modificações realizadas no *hardware* do Mod 7 permitiram que os *softwares* tivessem melhorias adicionais, o que otimizou sua performance em cenários mais desafiadores (AMERICA'S NAVY, 2021).

Diferentemente de outros projéteis e mísseis, os torpedos podem ser utilizados mais de uma vez para realização de treinamentos. Os torpedos podem realizar exercícios até 10 vezes na água e, então, normalmente são convertidos para a configuração de combate “*warshot*”. Entretanto, é necessário que haja manutenção periódica do torpedo. Os MK48 Mod 6 possuem a data de vencimento da manutenção de 5 anos. Além da manutenção, também é possível atualizar o torpedo para uma nova versão. Um exemplo seria enviar um Torpedo Mod 5 para o depósito de *Keyport*, que o forneceria para a empresa *Raytheon Keyport* e o atualizaria para um Mod 6 (GANSLER *et al.*, 2008).

O Torpedo MK48 Mod 6 AT, modelo utilizado pela MB, possui as dimensões de 5,79 m (19 pés) de comprimento, 533 mm (21 polegadas) de diâmetro e 1.662,75 kg (3.695 libras) de peso. Consegue atingir o alvo a uma distância de 30 km, e já foi reportado atingir uma profundidade de 914,40 m (3.000 pés). A velocidade mínima que atinge é de 28 nós e pode chegar até 55 nós. A cabeça de combate pode carregar até 300 kg (650 libras) de explosivo. O custo por unidade pode variar de 2 até 3 milhões de dólares (GANSLER *et al.*, 2008). Segundo a Marinha dos EUA, os Torpedos MK48 são as armas antissubmarino e antissuperfície mais capazes e potentes utilizadas pelos submarinos norte-americanos e seus aliados (SUQI, 2021).

Além dos EUA e do Brasil, o Torpedo MK48 também é utilizado pelas Marinhas da Austrália, do Canadá e da Holanda. Contudo, pelo fato de ser um torpedo de origem norte-americana, este fica sujeito às idiosincrasias do governo do país, que tem o costume de modificar sua política de fornecimento de armamentos. Dessa forma, como os novos submarinos da Classe Riachuelo são de origem francesa, optou-se por usar os Torpedos F21, de mesma origem, nesses submarinos. O Torpedo F21 é um dos torpedos pesados considerado como uma alternativa plausível ao Torpedo MK48 (CASTRO, R., 2012; DEFENSE INDUSTRY DAILY, 2022).

4.5 Torpedo F21

O programa do Torpedo F21 *Artémis* foi desenvolvido pela *Naval Group* (antiga DCNS) para substituir o antigo Torpedo F17, com o intuito de entregar à *Marine Nationale* (Marinha da França) uma geração de torpedos mais ágil, “inteligente” e com melhor desempenho operacional. Inicialmente, a *Naval Group* ia desenvolver o projeto em conjunto com a *Thales* e *WASS* (origem italiana), e o projeto seria baseado no torpedo italiano *Black Shark*. Entretanto, por divergências contratuais, a *Naval Group* fez a parceria com a *Thales* e a *Atlas Elektronik* (origem alemã). O F21, é o único desenvolvimento novo de torpedo pesado no mundo, possuindo características superiores às de outros torpedos pesados, e está em atividade desde 2018 (MAJUMDAR, 2021).

O Torpedo F21 está planejado para evoluir bem, especialmente, em águas costeiras e de litorais. Essas áreas, geralmente, são mais barulhentas devido ao intenso tráfego marítimo. Para isso, é equipado com um sistema de missão avançado, com alto poder de processamento de dados, além de possuir um conjunto de sonar completo. Dessa forma, consegue obter imagem tática precisa, mesmo em áreas mais confinadas, e contra sistemas de defesa de torpedos sofisticados. Esses fatores associados a resistência, distância de engajamento, orientação por fibra óptica, velocidade, *homing* ativo e propulsão elétrica silenciosa, tornam o F21 uma excelente opção de escolha (MAJUMDAR, 2021).



Figura 11. Torpedo F21.

Fonte: Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/torpedo-f21-da-dcns-o-novo-torpedo-pesado-da-marine-nationale-e-da-marinha-do-brasil>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

O torpedo é movido por um motor elétrico e utiliza de uma bateria de óxido de prata e alumínio (AgO-Al). A bateria só é ativada quando entra água do mar na sua seção. Com isso, o eletrólito da bateria, que é o pó de dióxido de sódio, é iniciado. A potência fornecida garante velocidade acima de 50 nós (93 km/h) e duração de 1 hora, sem comprometer a segurança. Quando comparada à bateria de zinco-prata, ou a outras tecnologias, a energia produzida pela bateria de AgO-Al é muito maior (MAJUMDAR, 2021).

O Torpedo F21 possui as dimensões de 6 m (19,7 pés) de comprimento, 533 mm (21 polegadas) de diâmetro e peso de 1,550 kg (3.420 libras). Tem o alcance de aproximadamente 57 km, pode atingir profundidades de até 600 m e o modo de lançamento é por *swim-out*. Em relação à cabeça de combate, o F21 possui uma ogiva explosiva estável B2211D, de 250 kg, e um fusível eletrônico, podendo ser detonada por impacto ou disparo acústico. Dessa forma, pode destruir qualquer submarino ou embarcações na superfície, incluindo as que não possuem cascos convencionais (MAJUMDAR, 2021).

Segundo Majumdar (2021), a Marinha da França vai fazer a integração do Torpedo F21 com os seus submarinos, como os nucleares de ataque da Classe *Barracuda*, alguns da Classe Rubis, entre outros. Esse torpedo também foi proposto para equipar os Submarinos *Scorpène/Kalvari-Class hunter-killer*, de propulsão diesel-elétrica, da Marinha da Índia, além de equipar os submarinos brasileiros da Classe Riachuelo e o futuro SCPN-BR Álvaro Alberto.

Conforme mencionado, inicialmente o F21 era para ser um desenvolvimento entre a Itália e a França, mas por causa de um desentendimento durante as negociações, a Itália saiu do projeto. Com isso, os franceses fizeram adaptações e uma nova parceria, dessa vez com a Alemanha (CASTRO, R., 2012). Assim, apesar de tudo indicar que a Marinha do Brasil poderá contar com um torpedo eficaz, ao serem considerados os acontecimentos pregressos, é necessário possuir outras alternativas de fornecimento de torpedo pesado para os submarinos brasileiros.

5 PERSPECTIVAS FUTURAS DO USO DO MK48 MOD 6AT NA CLASSE S-BR E NO SCPN-BR

Os Torpedos MK48 Mod 6AT vieram para complementar o processo de modernização dos submarinos das Classes Tupi e Tikuna. Alguns componentes de um submarino, como o casco e determinados sistemas da plataforma, podem suportar o uso contínuo por mais de 30 anos, entretanto, os sistemas relacionados ao processamento de dados ficam obsoletos de maneira rápida. Para prolongar a vida útil do submarino é necessário que haja um processo de modernização na metade da sua vida útil, e a do Submarino Tupi foi em 2001. A partir do ano de 2004, a MB alocou recursos orçamentários para a realização dessas atualizações, e os torpedos estavam incluídos (LIBERATTI, 2012).

Após a rescisão do contrato do Torpedo 2000, de origem sueca, a MB precisava de um novo torpedo para substituir o MK24 *Tigerfish*. Para isso, estabeleceu alguns critérios para a seleção do novo equipamento com o objetivo de evitar que situações semelhantes ocorressem, como, por exemplo: o torpedo não poderia ser um projeto em desenvolvimento; deveria estar operante na marinha de seu país de origem; deveria possuir o sistema de combate integrado com o torpedo; deveria possuir a capacidade de ser lançado por *swim-out* e alguns outros requisitos técnicos. Tais critérios restringiram as opções aos Torpedos MK48 Mod 6AT, de origem norte-americana, e DM2 A4, fabricado pela *Atlas Elektronik*, de origem alemã (NOGUEIRA, 2014).

Após realizar negociações com ambos fornecedores, a MB decidiu escolher o Torpedo MK48 Mod 6AT. Além de ser consagrado pela Marinha dos EUA, possuía melhor custo de manutenção e operação em relação ao concorrente alemão. O contrato foi fechado em abril de 2007 pelo valor de US\$ 60 milhões, com o Governo dos Estados Unidos da América, mediante o sistema *Foreign Military Sales CASE* (FMS CASE), que é administrado pela marinha norte-americana (LIBERATTI, 2012; NOGUEIRA, 2014).

O contrato garantiu ao Brasil o fornecimento de torpedos, mais os serviços e equipamentos associados, como por exemplo: *containers*, sistemas, peças de reparo e reposição, treinamento de pessoal, publicações e documentação técnica, assim como outros apoios logísticos. No mesmo ano, em outubro, foi fechado o acordo para o fornecimento de seis sistemas de combate NA/BYG 501 MOD 1D, sendo um para cada submarino das Classes Tupi e Tikuna e um para o Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché

(CIAMA), além da assistência técnica relacionada à integração mecânica, elétrica e lógica, do sistema aos submarinos (NOGUEIRA, 2014).

5.1 A utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT nas Classes Tupi e Tikuna

Como os submarinos pertencentes a essas classes não possuem o sistema de ejeção de torpedos, para o torpedo sair do tubo é necessário que ele utilize o sistema de lançamento *swim-out*. Para isso acontecer, foram necessárias modificações no torpedo, feitas pela Marinha dos EUA. Dessa forma, os gases gerados pela combustão do *Otto Fuel II* ficam armazenados até que o torpedo se afaste pelo menos 30 metros do submarino, só então, uma válvula de exaustão se abre para liberar os gases, que são tóxicos. Caso, após um período de 6 segundos, o torpedo não tenha saído do tubo, um sistema de segurança o desativa (NOGUEIRA, 2014).

No segundo semestre de 2009, utilizou-se o Submarino Tikuna para realizar um teste para verificar, além das modificações introduzidas nos tubos de lançamento, a capacidade *swim-out* e a cadeia logística de apoio ao torpedo. Entretanto, o sistema de combate AN/BYG 501 MOD 1D ainda estava em produção e, dessa forma, não teria como realizar o lançamento. Contudo, foi utilizado um sistema portátil capaz de substituir, parcialmente, o sistema de combate: o *Torpedo Control Panel* (TCP). O TCP é suficiente para realizar os testes, o disparo e a guiagem dos Torpedos MK48 Mod 6AT, além de ser útil para a realização das manutenções de rotina a bordo dos submarinos (NOGUEIRA, 2014).

No Submarino Tapajó, em 11 de outubro de 2011, foi feito um teste para verificar a integração entre o sistema de combate AN/BYG 501 MOD 1D e o Torpedo MK48 Mod 6AT. Para isso, foram realizados dois lançamentos de torpedo de exercício contra um alvo de superfície, em uma área marítima nas proximidades do litoral do Rio de Janeiro. O teste foi bem-sucedido e o Tapajó foi o primeiro submarino que, após o processo de modernização, tinha a capacidade de combate, possuindo um sistema completamente integrado, desde os sensores até o armamento (NOGUEIRA, 2014).

Em 2013, o Submarino Tapajó participou de um treinamento de sete meses de duração com a Marinha dos EUA, onde efetuou o primeiro disparo de torpedos em águas internacionais. E, em 2016, foi a vez do Submarino Tupi ter seu sistema de combate atualizado, sendo o segundo a ser finalizado para poder lançar e controlar o Torpedo MK48 Mod 6AT.

Durante o seu teste de lançamento do torpedo, em outubro, também no litoral do Rio de Janeiro, foi realizada a fase de conclusão e aceitação do sistema de combate (PADILHA, 2017).

Os submarinos das Classes Tupi e Tikuna não são novos, entretanto, a MB tem a intenção de mantê-los em funcionamento até a década de 2030. Após esse período, vão restar em atividade, os submarinos da Classe Riachuelo. Esses submarinos vão utilizar os Torpedos F21, de origem francesa, porém, a MB já possui toda a infraestrutura para a utilização e manutenção dos Torpedos MK48 Mod 6AT. A possibilidade de se utilizarem esses torpedos na Classe Riachuelo existe, e pode ser interessante para a MB manter o Torpedo MK48 Mod 6AT em atividade, como forma de aumentar o seu poder dissuasório e ter uma reserva estratégica.

5.2 A utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT na Classe Riachuelo e no SCPN-BR

Os submarinos da Classe Riachuelo e o SCPN-BR Álvaro Alberto irão utilizar os Torpedos F21, que são os torpedos pesados mais novos em desenvolvimento no mundo, produzidos pela empresa francesa *Naval Group*, em parceria com a empresa alemã *Atlas Elektronik* (MAJUMDAR, 2021). O Brasil recebeu os primeiros exemplares desse torpedo em 2020 e no teste realizado pelo Submarino Riachuelo mostrou-se ser eficiente. A MB decidiu por utilizar o F21 na nova classe de submarinos, devido ao risco de ocorrer embargos e/ou restrições no uso do MK48 pelo EUA (NOGUEIRA, 2014). Entretanto, alguns fatores devem ser observados, que demonstram que a utilização de ambos os torpedos pela MB pode ser interessante, até que o Brasil possua autonomia de produzir seus próprios torpedos pesados.

Possuir armamentos com fabricação e transferência de tecnologia de duas origens diferentes pode aumentar o poder dissuasório dos submarinos, além de aumentar a segurança de possuir um armamento de combate em atividade, mesmo que algum outro sofra cerceamento tecnológico. Apesar da possibilidade de existirem restrições, por parte dos EUA, para a utilização do MK48, a MB percebeu que a transferência de tecnologia pelos franceses, para o sistema de arma e para o gerenciamento da plataforma, ficou aquém do esperado, restrito apenas à manutenção, não fornecendo a autonomia que a MB pretendia (NOGUEIRA, 2014). Ademais, inicialmente, o projeto envolvia empresas francesas e italiana e, posteriormente, acabou sendo desenvolvido por empresas francesas e alemã.

Nesse contexto, considerando o histórico da MB com os Torpedos MK24 *Tigerfish* e o Torpedo 2000, é interessante possuir uma alternativa, ou seja, um “plano B” para possíveis

problemas relacionados a contratos com empresas e desenvolvimento de novas tecnologias (CASTRO, R., 2012). Diferentemente do caso do Torpedo F21, que tanto a MB como a Marinha da França fecharam contrato com a empresa DCNS (atual *Naval Group*), o contrato para aquisição do Torpedo MK48 foi feito diretamente com o governo dos EUA (LIBERATTI, 2012). Dessa forma, manter o Torpedo MK48 em atividade pode servir de garantia caso ocorra algum problema na transferência de tecnologia com as empresas envolvidas.

Outro fator interessante que deve ser analisado, é o fato de o Torpedo F21 ser um projeto recente, que, atualmente, é utilizado somente pelas Marinhas do Brasil e da França. Em contrapartida, o Torpedo MK48, com suas atualizações, tem sido utilizado nas últimas décadas e é bem consolidado no mercado, fazendo parte do arsenal de armas da MB, além das Marinhas dos EUA, da Austrália, do Canadá, da Holanda (CASTRO, R., 2012) e com aprovação de venda para Taiwan (BARROS, 2020). Dessa forma, com a utilização dos dois torpedos pela MB, além de possuir em seu arsenal o torpedo mais moderno (F21) também possuirá um dos melhores do mercado mundial (MK48).

Ambos os torpedos possuem o mesmo diâmetro de 533 mm; o F21 possui 6 m de comprimento, enquanto o MK48 Mod 6AT possui 5,79 m, sendo um pouco menor. Dessa forma, o Torpedo MK48 Mod 6AT possui tamanho que o permite caber no tubo de lançamento dos submarinos da Classe Riachuelo e no SCPN-BR Álvaro Alberto. Em relação ao modo de lançamento, os dois torpedos são disparados de maneira semelhante, por *swim-out*. Contudo, apesar dos submarinos da Classe Riachuelo terem a capacidade de disparar tanto por *swim-out* como por descarga positiva, o SCPN-BR Álvaro Alberto será diferente, com apenas um tipo de lançamento.

De acordo com a visita técnica realizada durante o C-PEM 2022 na Base de Submarinos da Ilha da Madeira, localizada em Itaguaí-RJ, foi informado a este autor, que o SCPN-BR Álvaro Alberto irá lançar os torpedos por descarga positiva. Como, atualmente, ambos os modelos de torpedos utilizados pela MB não são disparados desse modo, serão necessárias adaptações nos torpedos para que seja possível lançá-los pelo SCPN-BR. É interessante mencionar que o Torpedo MK48 ADCAP possui versões diferentes que podem ser lançadas tanto por *swim-out* como por descarga positiva (GANSLER *et al.*, 2008; MAJUMDAR, 2021). Dessa forma, caso seja necessário, a MB tem a opção de utilizar a versão do Torpedo MK48 ADCAP no SCPN-BR Álvaro Alberto, com modo de lançamento por descarga positiva.

Em relação ao sistema de combate, o Torpedo MK48 Mod 6AT usa o sistema AN/BYG 501 MOD 1D nas Classes Tupi e Tikuna, enquanto o Torpedo F21 irá utilizar o sistema SUBTICS na Classe Riachuelo e no SCPN-BR. Segundo Obino (2010), o SUBTICS é compatível com os torpedos F21, o Black Shark (franco-italiano), o SUT (alemão) e o MK48. Cabe ressaltar que é possível utilizar-se o sistema de lançamento portátil TCP para a realização de testes nos submarinos da Classe Riachuelo e no SCPN-BR, de modo similar ao que foi feito com o Submarino Tikuna, em 2009.

Com a continuação da utilização dos Torpedos MK48 Mod 6AT, mesmo após o desfazimento dos submarinos das Classes Tupi e Tikuna, será possível o aproveitamento de toda a infraestrutura já montada na MB, além de garantir mais uma opção de armamento de combate, fortalecendo o poder de dissuasão dos submarinos da MB.

6 CONCLUSÃO

Diante do exposto, foi possível concluir que uma indústria de defesa naval forte é fundamental para que se promova a proteção das AJB diante das novas e das tradicionais ameaças existentes. Os submarinos são meios navais importantes para o cumprimento das tarefas do Poder Naval, sobretudo para a estratégia de dissuasão. Os torpedos, uma de suas possíveis armas, são essenciais para garantir o seu poder de fogo. Devido aos possíveis cerceamentos das grandes potências, é importante que o Brasil continue buscando autonomia nas tecnologias inerentes à operação de submarinos e de seus sistemas de armas. Ademais, é relevante para o país possuir maior variedade de armamentos, pois fica-se menos dependente de um único fornecedor e, sobretudo, aumenta-se o poder dissuasório de seus submarinos.

O PROSUB é considerado um dos mais complexos e inovadores programas na área de defesa, tanto pelos recursos envolvidos como em termos geopolíticos. Consiste na construção de quatro novos submarinos convencionais de propulsão diesel-elétrica e um submarino convencional de propulsão nuclear, além de um estaleiro e base de submarinos para construção e apoio a essas unidades. As inovações relacionadas à implementação de novas classes de submarinos foram, e estão sendo, fundamentais para que a MB se torne cada vez mais autônoma na construção e na utilização desses meios.

A MB utiliza os submarinos convencionais das Classes Tupi, Tikuna e Riachuelo. As duas primeiras classes serão descomissionadas nos próximos anos e operam com o modelo de torpedo pesado norte-americano MK48 Mod 6AT. A Classe Riachuelo, a mais recente fabricada no Brasil, opera com o torpedo pesado franco-alemão F21. Este é considerado um torpedo eficaz, mas é interessante manter o atual MK48 Mod 6AT operativo, com o intuito de possuir outra alternativa de torpedo pesado para os submarinos brasileiros.

Nas últimas décadas, os contratos de aquisição de torpedos pesados pela MB foram restritos a apenas um modelo operacional, portanto, não havia mais de um torpedo em condições de lançamento, limitando seu poder dissuasório. Tal situação mudou com a compra do Torpedo F21, visto que o MK48 Mod 6AT é o atual modelo de torpedo e continuará operacional nos próximos anos. Assim, mesmo que a MB possa contar com um torpedo eficaz, ao levar em conta os acontecimentos do passado, é necessário possuir outras alternativas de fornecimento de torpedo pesado para os submarinos brasileiros.

Manter o Torpedo MK48 Mod 6AT serve de garantia caso haja algum problema na transferência de tecnologia com as empresas envolvidas. Vale destacar que no caso do Torpedo F21, tanto a MB como a Marinha da França fecharam contrato com a empresa DCNS (atual *Naval Group*), já o contrato para a compra do Torpedo MK48 foi feito diretamente com o governo dos EUA. É importante considerar que contratos assinados entre governos de países devem fornecer mais garantias do que aqueles realizados entre empresas privadas.

Considerando que possuem características tecnológicas diferentes, a utilização de ambos os torpedos pela MB é interessante, até que o Brasil possua autonomia de produzir seus próprios torpedos pesados. É possível utilizar o Torpedo MK48 Mod 6AT nos novos submarinos em desenvolvimento no Brasil da Classe Riachuelo. Para tanto, sugere-se que sejam feitas as adaptações necessárias no tubo de lançamento do torpedo para testes com a utilização do TCP, mesmo sistema portátil utilizado no Submarino da Classe Tikuna. Vale ressaltar que as medidas dos tubos de lançamento da Classe Riachuelo são compatíveis com as medidas do Torpedo MK48 Mod 6AT, pois os sistemas são padronizados. Para a utilização no SCPN-BR, além das adaptações no tubo de lançamento, serão necessárias modificações nos torpedos, para que seja possível lançá-los pelo método de descarga positiva.

Enfim, garantir a utilização dos torpedos pesados MK48 Mod 6AT, tanto nos submarinos das Classes Tupi e Tikuna como nos novos submarinos da Classe Riachuelo e no SCPN-BR, é uma estratégia para aumentar o poder dissuasório dos submarinos e contornar o cerceamento tecnológico que possa vir a ocorrer.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. P. **Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro - sua história projetada para o futuro**. 2018. 47 p. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2018.
- AMARANTE, J. C. A. **Processos de obtenção de tecnologia militar**. Texto para Discussão 1877. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea): 93 p. 2013.
- AMERICA'S NAVY. **MK 48 - Heavyweight Torpedo**. 2021. Disponível em: <<https://www.navy.mil/Resources/Fact-Files/Display-FactFiles/Article/2167907/mk-48-heavyweight-torpedo/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- ANDRADE, I. O.; ROCHA, A. J. R. e HILLEBRAND, G. R. L. **O Programa de Desenvolvimento de Submarinos como programa de Estado**. Nota Técnica nº 45 (Diset). Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea): 20 p. 2019.
- ANDRADE, I. O. *et al.* **Submarino nuclear brasileiro: defesa nacional e externalidades tecnológicas**. Texto para Discussão 2428. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA): 50 p. 2018.
- ARAGÃO, R. J. C. **O apoio logístico ao submarino nuclear brasileiro**. 2013. 56 p. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2013.
- BAILEY, J. B. A. **Field Artillery and Firepower**. Annapolis: Naval Institute Press, 2004. 633 p.
- BARROS, G. **Taiwan compra 18 Torpedos MK 48 dos Estados Unidos, mas China ironiza a quantidade**. 2020. Disponível em: <<https://estrategiaglobal.blog.br/2020/05/taiwan-compra-18-torpedos-mk-48-dos-estados-unidos-mas-china-ironiza-a-quantidade.html>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BARROSO, M. L. P. **Aplicabilidade do legado das atividades do PROSUB na modernização dos submarinos convencionais e com propulsão nuclear**. 2016. 94 p. Tese (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2016.
- BENEDICT, J. Future Undersea Warfare Perspectives. **Johns Hopkins APL technical digest**, Maryland, v. 21, n. 2, pp. 269-279, 2000. Disponível em: <<https://www.jhuapl.edu/content/techdigest/pdf/V21-N02/21-02-Benedict.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- BEZERRA, M. R. **Análise da atual estrutura logística da Marinha do Brasil, relacionada aos sobressalentes, frente aos desafios decorrentes da incorporação dos novos submarinos**. 2015. 118 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Decreto nº 18.365, de 22 de agosto de 1928. Substitui as denominações da Flotilha de Submersíveis e da Escola de Submersíveis e Armas Submarinas, por “Flotilha de Submarinos” e “Escola de Submarinos”. Brasília, DF: Poder Executivo, 1928.

_____. **Decreto nº 52.739, de 23 de outubro de 1963. Altera o regulamento para a base Almirante Castro e Silva Brasília, DF: Senado Federal, 1963.**

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1988.**

_____. **Decreto nº 98.145, de 15 de setembro de 1989. Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1989.**

_____. **Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1993.**

_____. **Decreto nº 1.530, de 22 de junho de 1995. Declara a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1995.**

_____. **EMA 305: Doutrina Básica da Marinha. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2004.**

_____. **EMA-400: Manual de Logística da Marinha (2ª Rev. - Mod. 1) Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2003.**

_____. **Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2008.**

_____. **Estratégia Nacional de Defesa (END). Brasília, DF: Ministério da Defesa: 45 p. 2012.**

_____. **Estratégia Nacional de Defesa (END). Brasília, DF: Ministério da Defesa: 72 p. 2016.**

_____. **Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020. Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020d.**

_____. **Estratégia Nacional de Defesa (END) Brasília, DF: Ministério da Defesa: pp. 28-74. 2020b.**

_____. **Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN). Brasília, DF: Ministério da Defesa: 98 p. 2020c.**

_____. **Política Nacional de Defesa (PND) Brasília, DF: Ministério da Defesa: pp. 5-27. 2020a.**

BRIGOLA, H. F. e ALBUQUERQUE, E. S. O plano de segurança hemisférico (TIAR) na Guerra Fria e a geopolítica brasileira In: SILVA, M. A. D. e JOHNSON, G. A. (Ed.). **Fronteiras invisíveis: as relações do Brasil com a América Latina**. Dourados, Brazil: UFGD Editora, 2016. pp. 128-140.

BUZAN, B.; WAEVER, O. e WILDE, J. D. **Security: a New Framework for Analysis**. Londres: Lynne Rienner Publishers, 1998. 126 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/39047709/Buzan_Waever_and_De_Wilde_1998_Security_A_New_Framework_For_Analysis>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BYKOW, L. **Operações de minagem e contramedidas de minagem: similaridades e singularidades das visões estratégicas navais de EUA e China, quando consideradas as atividades relacionadas à guerra de minas**. 2020. 53 p. Dissertação (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2020.

CAROLI, L. H. A Importância Estratégica do Mar para o Brasil no Século XXI. **Cadernos de Estudos Estratégicos**, Rio de Janeiro, n. 9, pp. 117-157, 2010. Disponível em: <<http://ebrevistas.eb.mil.br/CEE/article/view/6631/5735>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

CASTRO, B. M. *et al.* A Amazônia Azul: recursos e preservação. **Revista USP**, São Paulo, n. 113, pp. 7-26, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/139265>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CASTRO, R. Programa Esporão. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 132, n. 07/09, pp. 23-28, 2012. Disponível em: <http://www.revistamaritima.com.br/sites/default/files/rmb_3-2012.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CASTRO, V. **Uma nova estratégia?** 2012. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/artigos/uma-nova-estrategia-2>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

CIRM. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira**. 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/leplac>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

CLCS. Commission on the Limits of the Continental Shelf. **1997-2017 - Twentieth anniversary of the establishment of the Commission on the Limits of the Continental Shelf**. 2019. Disponível em: <https://www.un.org/Depts/los/clcs_new/clcs_home.htm>. Acesso em: 15 jun. 2022.

COLBERT, C. R. T. e SOUZA, D. M. Amazônia azul e soberania: uma abordagem do direito do mar e defesa nacional. **Revista Hoplos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 7, pp. 68-86, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/hoplos/article/view/43096/27827>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CONSIDERA, C. M. F. **Novas Ameaças e Segurança Nacional na Ordem Mundial Pós-Guerra Fria**. 2021. 63 p. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2021.

CORREA, F. G. **O Projeto Submarino Nuclear Brasileiro: uma história de Ciência, Tecnologia e Soberania**. Rio de Janeiro: Capax Dei Editora, 2010. 284 p.

DEFENSE INDUSTRY DAILY. **Team Torpedo: US Firms Sell & Support MK48s and MK54s**. 2022. Disponível em: <<https://www.defenseindustrydaily.com/team-torpedo-raytheon-partners-to-support-mk48-and-mk54-requirements-02533/>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DUNNIGAN, J. F. **How to make War: A Comprehensive Guide to Modern Warfare in the 21 Century**. Nova Iorque: Quill, 2003. 672 p.

ERVILHA, E. T. F. **A obtenção das características operacionais do submarino nuclear brasileiro: um mergulho muito além da Amazônia Azul**. 2011. 140 p. Tese (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2011.

FIGUEIRA, I. S. e PORTO, C. M. **Caderno de orientações pedagógicas - ensino sobre energia nuclear a partir do programa de desenvolvimento de submarinos PROSUB**. Seropédica: PPGEducIMAT/UFRRJ: 41 p. 2020.

FLORES, M. C. **Reflexões Estratégicas: repensando a defesa nacional**. São Paulo: É Realizações, 2002. 112 p.

FONSECA JUNIOR, P. **Programa de Desenvolvimento de Submarinos: uma análise da política pública para capacitar o Brasil a projetar e fabricar submarinos**. 2015. 277 p. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança) - Universidade Federal Fluminense, Instituto de Estudos Estratégicos, Niterói, 2015.

FRIEDMAN, N. **The Naval Institute Guide to World Naval Weapons Systems**. Annapolis: Naval Institute Press, 1989. 511 p.

GABLER, U. **Submarine Design**. 3ed. Koblenz: Bernard & Graefe, 1986. 140 p.

GALANTE, A. **O Prosub e o submarino nuclear brasileiro SN-BR**. 2018a. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/02/20/o-prosub-e-o-submarino-nuclear-brasileiro-sn-br/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. **Os 100 anos da Força de Submarinos e o PROSUB - Parte 6**. 2018b. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/01/14/os-100-anos-da-forca-de-submarinos-e-o-prosub-parte-6/>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

GANSLER, J.; LUCYSHYN, W. e ALARCON-DEZA-D, B. **Lessons Learned from Outsourcing the Pearl Harbor MK-48 Intermediate Maintenance Activity**. College Park: University of Maryland, 75 p. 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOTBAUM, J. **Industrial assessment for torpedoes**. Washington, DC: Department of Defense, Pentagon: 56 p. 1995.

HECHT, L. A. R. **Submarino Nuclear: sua importância estratégica para o Brasil**. 2007. 75 p. Tese (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.

HILLS, R. C. **HAP/OTTO Fuel Applications to Torpedo Engines**. 18th Joint Propulsion Conference. Cleveland, Ohio: Gould Defense Systems, Inc. Ocean Systems Division, 1982.

IISS. The International Institute for Strategic Studies. **The Military Balance 2013**. 1ed. Londres: Routledge, 2013. 510 p.

JANE'S NAVAL FORCES. **Background Information: MK 48 ADCAP - Underwater Warfare Systems**. 2001. Disponível em: <http://www.janes.com/defence/naval_forces/news/juws/juws010202_1_n.shtml>. Acesso em: 19 jun. 2022.

KREPINEVICH, A. F. Cavalry to Computer: The Pattern of Military Revolutions. **The National Interest**, Washington, n. 37, pp. 30-42, 1994. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/42896863>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

LANA, L. **Submarinos: defesa e desenvolvimento para o Brasil**. Rio de Janeiro: Versal Editores, 2014. 200 p.

LIBERATTI, E. W. R. Aula Inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais - CASO. **O Periscópio**. Niterói, RJ, v. 56, n. 56, pp. 3-14, 2002.

_____. A modernização dos submarinos das classes Tupi e Tikuna. **O Periscópio**. Niterói, RJ, v. 65, n. 65, pp. 22-25, 2012.

LONGO, W. P. E. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. **Tensões Mundiais**, Fortaleza, v. 3, n. 5, pp. 111-143, 2007. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/722/607>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. Indústria de Defesa: Pesquisa, Desenvolvimento Experimental e Engenharia. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 52, pp. 7-37, 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/53060662/Ind%C3%BAstria_De_Defesa>. Acesso em: 02 jul. 2022.

LONGO, W. P. E. e MOREIRA, W. D. S. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, pp. 277-304, 2013. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/199/161>>. Acesso em: 02 jul. 2022.

LOPES, R. **S40 Riachuelo V - A Fortaleza de Itaguaí**. 2018. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/31420/S40-Riachuelo-V--A-Fortaleza-de-Itaguaí/>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

MAHAN, A. T. **The Influence of Sea Power Upon History, 1660-1783**. Boston: Little, Brown, and Company, 1890. 557 p. Disponível em: <https://ia802708.us.archive.org/13/items/sea_npowerinf00maha/seanpowerinf00maha.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MAJUMDAR, S. **F21 Artémis torpedo from the Naval Group**. 2021. Disponível em: <<https://www.pressreader.com/india/vayu-aerospace-anddefence/20211101/283699777946726>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MARINHA DO BRASIL. **Introdução à História Marítima Brasileira**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha: 181 p. 2006.

_____. **100 anos da Força de Submarinos do Brasil**. Rio de Janeiro: FGV Projetos, 2014. 196 p. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/prosub/sites/www.marinha.mil.br/prosub/files/LIVRO_100_ANOS_FOR%C3%87A_DE_SUBMARINOS.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. **Economia Azul**. 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/sobre>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

_____. **Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)**. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2020. 88 p. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html. Acesso em: 12 out. 2022.

MARINHA DO BRASIL. Ministério da Defesa. **Brasil incorpora 170 mil km² de área de Plataforma Continental e tem sua “Amazônia Azul” ampliada**. Brasília, DF: 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/brasil-incorpora-170-mil-km2-de-area-de-plataforma-continental-e-tem-sua-amazonia-azul>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

_____. **LEPLAC celebra 32 anos: 5,7 milhões de km² de área marítima como legado para as futuras gerações**. 2021. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/leplac-celebra-32-anos-57-milhoes-de-km2-de-area-maritima-como-legado-para-futuras-geracoes>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MEARSHEIMER, J. **The tragedy of great power politics**. New York: W. W. Norton & Company, 2001. 160 p.

MOURA, J. A. A. **A estratégia naval brasileira no pós-guerra fria: uma análise comparativa com foco em submarinos**. 2012. 489 p. Tese (Doutorado em Ciência Política) - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

NETO, J. A. S. **O emprego estratégico dos submarinos convencional e nuclear brasileiros: uma análise à luz da Estratégia Nacional de Defesa**. 2010. 49 p. Dissertação (Curso de Estado-maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2010.

NOGUEIRA, J. **Proposta de um modelo de comissionamento para o subsistema de produção e armazenamento de ar de alta pressão de um submarino convencional**. 2018. 99 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Montagem Industrial) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2018.

NOGUEIRA, W. S. F. **A estratégia naval brasileira e o desenvolvimento de sua base logística de defesa**. 2014. 277 p. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2014.

NOTHEN, M. R. **Alternativas de estratégia de defesa marítima para a proteção e desenvolvimento da Amazônia Azul: paradigmas e considerações aplicáveis ao caso brasileiro**. Belo Horizonte: 4º Encontro Nacional da Associação Brasileira de Relações Internacionais – ABRI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 21 p. 2013.

NUNES, W. S. **O Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro como referência para a indústria naval**. 2011. 63 p. Monografia (Graduação em Tecnologia em Construção Naval) - Centro Universitário Estadual da Zona Norte, Rio de Janeiro, 2011.

NYE, Joseph S. **Paradoxo do Poder Americano**. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

OBINO, J. L. F. A necessidade de Submarinos para o Brasil. A opção “Scorpene”. **O Periscópio**. Niterói, RJ, v. 63, n. 63, pp. 18-20, 2010.

OEA. Organização dos Estados Americanos. **Projeto de Declaração sobre Segurança nas Américas**. Conferência Especial sobre Segurança. Cidade do México, México, 2003.

OLIVEIRA, G. T. B. S. “Lawfare” e cercamento tecnológico: o caso do acordo de salvaguardas tecnológicas Brasil-EUA. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, pp. 65-100, 2020. Disponível em: <https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/28813307/Lawfare_e_cerca_mento_tecnologico_REGN_26_1_2020.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.

OLIVEIRA, L. K.; CEPIK, M. e BRITES, P. V. P. O pré-sal e a segurança do Atlântico Sul: a defesa em camadas e o papel da integração Sul-Americana. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 20, pp. 139-164, 2014. Disponível em: <https://professor.ufrgs.br/marcocepiik/files/cepi_k_oliveira__brites_-_2014_-_o_pre-sal_e_a_seguranca_no_atlantico_sul.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

PADILHA, L. **Scorpenes brasileiros serão equipados com o sistema CONTRALTO®-S**. 2013. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/scorpenes-brasileiros-serao-equipados-com-o-sistema-contralto-s>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. **Submarinos brasileiros são dotados com novos torpedos**. 2017. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/submarinos-brasileiros-sao-dotados-com-novos-torpedos>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PEREIRA, R. **O que é Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico**. 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-amaz%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%Aancia-militar-no-atl%C3%A2ntico2022>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

PETROBRAS. **Comunicação Bacia de Santos**. 2022. Disponível em: <<https://comunicabacia.desantos.petrobras.com.br/conteudo/pr%C3%A9-sal-bacia-de-santos.html>>. Acesso em: 30 mar. 2022

PICARD, M. **La propulsion nucléaire: un savoir-faire indispensable à la souveraineté nationale**. Paris: Fondation pour la Recherche Stratégique, 2006. 92 p. Disponível em:

<<https://archives.frstrategie.org/web/documents/publications/recherches-et-documents/2006/200605.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PINTO, P. L. **O Emprego do poder naval em tempo de paz**. Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1989. 178 p.

RIBEIRO JÚNIOR, E. **Transferência de tecnologia para construção de submarinos no Brasil**. 2020. 87 p. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2020.

RISTVEDT, V. G. **The conventional submarine threat in littoral regions**. 1993. 40 p. Monografia (Maxwell Air Force Base) - Air War College, Alabama, 1993.

ROCHESTER AVIONIC ARCHIVES. **Tigerfish Torpedo**. 2022. Disponível em: <<https://rochesteravionicarchives.co.uk/platforms/tigerfish-torpedo>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

SAUNDERS, S. **Jane's Fighting Ships 2007-2008**. Coulsdon, United Kingdom: IHS, 2007. 965 p.

_____. **Jane's Fighting Ships 2009-2010**. 112ed. Alexandria, Virginia, USA: Janes Information Group, 2009. 1022 p.

SCHMIDT, W. **A methodology for determining third world submarine capabilities case study: Iran**. 1992. 101 p. Tese (Master of Science in Applied Science) - Naval Postgraduate School, California, 1992.

SENNA, C. J. A. O Poder das Minas: seu emprego na estratégia naval contemporânea. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, pp. 199-211, 2011. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/330/254>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVA, A. R. A. "As novas ameaças" e a Marinha do Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, n. 7, pp. 32-42, 2017. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/443>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

SILVA, M. H. S. **Análise e avaliação da implementação do submarino convencional Riachuelo, 2008 a 2018**. 2021. 56 p. Dissertação (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2021.

SILVEIRA JUNIOR, H. C. Aula inaugural do CASO 2019. **O Periscópio**, Niterói, v. 70, n. 70, pp. 91-96, 2019. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/periscopio/article/view/862/828>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SOUZA, D. R. O. e OLIVEIRA, M. A. G. Submarinos para quê? Condicionantes do programa de desenvolvimento dos submarinos brasileiros. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, pp. 337-374, 2021. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/1138/849>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

SOUZA, M. C. As soberanias de Bodin, Rousseau e Constant: breves reflexões. In: MORAES, F.; FEIJÓ, A. R. A., *et al* (Ed.). **Teoria do poder**. 1ed. Belo Horizonte: Arraes Editores, v. 1, 2013. pp. 311-324.

SUQI, A. **Reynolds-averaged navier-stokes simulation around MK 48 ADCAP torpedoes**. 2021. 36 p. Tese (Master of Science in Mechanical Engineering) - Faculty of Purdue University, Indiana, 2021.

TILL, G. **Modern Sea Power: an introduction**. 1ed. London: Brassey's Defence Publishers, 1987. 204 p.

TILLY, C. Why and how history matters. In: GOODIN, R. E. e TILLY, C. (Ed.). **Oxford Handbook of Contextual Political Analysis**. Oxford: Oxford University Press, 2006. pp. 417-434.

VIDIGAL, A. A. F. **A evolução do pensamento estratégico naval brasileiro-meados da década de 70 até os dias atuais**. Rio de Janeiro: Clube Naval, 2002. 136 p.

_____. **Amazônia Azul, o mar que nos pertence**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2006. 305 p.

VIOLANTE, A. R. A teoria do poder marítimo de Mahan: uma análise crítica à luz de autores contemporâneos. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, pp. 223-260, 2015.

_____. Políticas Públicas de Defesa e de Ciência, Tecnologia e Inovação: contribuições para o desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear brasileiro. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 24, pp. 191-208, 2020. Disponível em: <<http://www.rest.uff.br/index.php/rest/article/view/231/187>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

WHITMAN, E. C. **Air-Independent Propulsion – AIP Technology Creates a New Undersea Threat**. Washington, Undersea Warfare Magazine, v. 4, pp. 1-6. 2001.

WIESEBRON, M. Amazônia Azul: Pensando a Defesa do Território Marítimo Brasileiro. **Austral: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, pp. 107-131, 2013.

WILTGEN, G. **Comando da Força de Submarinos completa 102 anos**. 2016. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/comando-da-forca-de-submarinos-completa-102-anos>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

ZIMMERMAN, S. **Submarine Technology for the 21st. Century**. 2ed. Arlington, Va: Pasha Publications, 1997. 175 p.

_____. **Submarine Technology for the 21st Century**. Victoria, British Columbia: Trafford Publishing, 2000.