

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC RAFAEL FRAMBACH GUIMARÃES

O EMPREGO DOS SUBMARINOS CONVENCIONAIS:

As capacidades dos submarinos brasileiros diante dos novos desafios
do ambiente marítimo.

Rio de Janeiro

2024

CC RAFAEL FRAMBACH GUIMARÃES

O EMPREGO DOS SUBMARINOS CONVENCIONAIS:

As capacidades dos submarinos brasileiros diante dos novos desafios
do ambiente marítimo.

Dissertação apresentada à Escola de
Guerra Naval, como requisito parcial para
conclusão do Curso de Estado-Maior para
Oficiais Superiores.

Orientador: CF Leandro Freitas Ribeiro

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2024

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

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

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

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

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

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de inspiração e sabedoria, por ter me guiado ao longo desta jornada de aprendizado. Sua presença iluminou meu caminho, e sou grato por todas as oportunidades e desafios que contribuíram para o meu crescimento.

À minha estimada esposa, Eloise, minha companheira desde o meu ingresso na Marinha do Brasil, cuja presença constante e apoio diário me ajudam a superar os desafios e a enfrentar os momentos mais difíceis. Seu amor, compreensão e dedicação constituem a base sólida de nossa família.

Ao meu filho Miguel, que trouxe um novo significado às nossas vidas e representa a principal motivação do meu esforço. Seu amor, curiosidade e alegria são fontes diárias de inspiração para mim.

Ao meu orientador, CF Leandro Freitas Ribeiro, manifesto minha profunda gratidão pela sua disponibilidade, paciência e orientações precisas, que foram fundamentais para a conclusão desta dissertação.

Agradeço aos Oficiais CC Leandro Amaral e CC Baptista Pereira por compartilharem suas experiências e conhecimentos por meio de entrevistas. Seus relatos enriqueceram significativamente meu entendimento e trouxeram uma perspectiva valiosa ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e Oficiais-Alunos do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores de 2024, cuja camaradagem e apoio foram elementos essenciais ao longo desta trajetória acadêmica.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que compartilharam pensamentos positivos e boas vibrações ao longo deste processo. Agradeço por cada palavra de incentivo que contribuiu para minha perseverança e avanço.

“Uma nação que negligencia suas Forças Armadas pagará por isso de maneira amarga.”

(Almirante Sir Henry Leach, 1981)

RESUMO

Desde a Segunda Guerra Mundial, não ocorrem batalhas navais entre grandes potências, mas as marinhas ao redor do mundo se preparam para enfrentar novos desafios marítimos. Este estudo investiga esses desafios do século 21, analisando como eles influenciam o uso dos submarinos brasileiros e sua contribuição para a Defesa Naval e Segurança Marítima, com um foco específico na transição dos submarinos da classe Tikuna para a classe Riachuelo. Além das capacidades dos submarinos, é essencial compreender o contexto geopolítico que molda a estratégia marítima, particularmente a crescente presença de potências no Atlântico Sul, que impacta diretamente a segurança e soberania do Brasil. A Marinha do Brasil precisa estar preparada para manter vigilância e defesa contínuas. A proteção das rotas marítimas é fundamental devido ao aumento do comércio global e à dependência do Brasil das exportações. Este estudo visa compreender os novos desafios enfrentados pela arma submarina brasileira e explorar novas possibilidades de emprego dos submarinos convencionais, analisando comparativamente as capacidades dos submarinos das classes Tikuna e Riachuelo em relação aos desafios marítimos do século 21 e aos documentos estratégicos brasileiros.

O estudo oferece uma visão abrangente dos desafios contemporâneos do ambiente marítimo e das respostas estratégicas da Marinha do Brasil, destacando a importância da modernização tecnológica e da cooperação internacional para garantir a segurança e soberania no Atlântico Sul.

Palavras-chave: Submarino da Classe Tikuna, Submarino da Classe Riachuelo, Segurança Marítima, Proteção de rotas comerciais, Defesa Naval, Evolução tecnológica.

ABSTRACT

THE USE OF CONVENTIONAL SUBMARINES: THE CAPABILITIES OF BRAZILIAN SUBMARINES IN THE FACE OF NEW CHALLENGES IN THE MARITIME ENVIRONMENT.

Since World War II, there have been no naval battles between major powers, but navies around the world are preparing to face new maritime challenges. This study investigates these 21st-century challenges, analyzing how they influence the use of Brazilian submarines and their contribution to Naval Defense and Maritime Security, with a specific focus on the transition from the Tikuna-class to the Riachuelo-class submarines. In addition to the submarines' capabilities, it is essential to understand the geopolitical context that shapes maritime strategy, particularly the growing presence of powers in the South Atlantic, which directly impacts Brazil's security and sovereignty. The Brazilian Navy needs to be prepared to maintain continuous vigilance and defense. Protecting maritime routes is fundamental due to the increase in global trade and Brazil's dependence on exports. This study aims to understand the new challenges faced by the Brazilian submarine force and explore new possibilities for the employment of conventional submarines, comparing the capabilities of the Tikuna-class and Riachuelo-class submarines in relation to 21st-century maritime challenges and Brazilian strategic documents. The study provides a comprehensive view of the contemporary challenges of the maritime environment and the strategic responses of the Brazilian Navy, highlighting the importance of technological modernization and international cooperation to ensure security and sovereignty in the South Atlantic.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	<i>Automatic Identification System</i>
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AS	Atlântico Sul
CNI	Complexo Naval de Itaguaí
CP	Cota Periscópica
EUA	Estados Unidos da América
END	Estratégia Nacional de Defesa
FA	Forças Armadas
FE	Forças Especiais
IMO	Organização Marítima Internacional
INN	Ilegal, Não Declarada e Não Regulamentada
ISPS	<i>International Ship and Port Facility Security</i>
MAGE	Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MB	Marinha do Brasil
MEP	Motor Elétrico Principal
MN	Milhas Náuticas
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Plataforma Continental
PND	Política Nacional de Defesa
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
SCK	Submarino da Classe Tikuna
SCR	Submarino da Classe Riachuelo
SCT	Submarino da Classe Tupi
SDT	Sistema de Direção de Tiro
SNK	Esnórquel
SUBTICS	<i>Submarine Tactical Integrated Combate System</i>
TMA	Análise do Movimento do Alvo
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OS DESAFIOS DO AMBIENTE MARÍTIMO	12
2.1	O MUNDO EM CONSTANTE TRANSFORMAÇÃO	12
2.2	UM MAR DE MUDANÇAS	16
2.3	A ESTRATÉGIA MARÍTIMA BRASILEIRA.....	19
3	OS ATUAIS SUBMARINOS BRASILEIROS	24
3.1	A CLASSE TIKUNA.....	24
3.2	A CLASSE RIACHUELO	27
4	A COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBMARINOS DA CLASSE TIKUNA E RIACHUELO	32
4.1	OS AVANÇOS ADQUIRIDOS COM A CLASSE RIACHUELO PERANTE OS DESAFIOS DO ATLÂNTICO SUL.....	32
4.2	CLASSE RIACHUELO X CLASSE TIKUNA.....	34
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXO	43

1 INTRODUÇÃO

O mar sempre foi um dos principais campos de batalha, mas desde a Segunda Guerra Mundial o mundo não vê batalhas navais entre as grandes potências. Ao redor do globo, as marinhas estão se preparando para enfrentar novos desafios no mar e, possivelmente, o afundamento de navios não será o maior desafio.

Nesse contexto, investigar os novos desafios impostos no ambiente marítimo no século 21, como eles se refletem no emprego da arma submarina brasileira e sua contribuição para os campos de atuação do Poder Naval, em especial na Defesa Naval e Segurança Marítima, e os ganhos que a transição dos submarinos da classe Tikuna para a classe Riachuelo trouxe para a Marinha do Brasil (MB) se contrapor aos novos desafios.

Além da análise das capacidades dos submarinos brasileiros, é necessário compreender o contexto geopolítico que influencia a estratégia marítima. A crescente presença de potências extrarregionais no Atlântico Sul, tem implicações diretas para a segurança e a soberania do Brasil. A MB deve estar preparada para responder a essas dinâmicas, mantendo uma postura de vigilância e defesa.

A importância da proteção das rotas marítimas também é um ponto importante. Com o aumento do comércio global e a dependência do Brasil das exportações, é necessário garantir a segurança das rotas comerciais. Submarinos desempenham um papel significativo na dissuasão de possíveis ameaças a essas rotas, contribuindo para que o fluxo de bens e recursos não seja interrompido.

A evolução tecnológica e a guerra cibernética representam novos desafios para a MB. A capacidade de proteger as comunicações e os sistemas de controle é tão importante quanto a força física dos navios. A transição para Submarinos da Classe Riachuelo (SCR), com suas tecnologias avançadas, incluem melhorias significativas na segurança cibernética e na capacidade de guerra eletrônica.

Outro aspecto relevante é a cooperação regional. O Brasil tem se envolvido em diversas iniciativas de segurança marítima com países vizinhos e outras nações do Atlântico Sul. Essas parcerias contribuem para a criação de um ambiente de segurança colaborativo e para a resposta conjunta a ameaças como o tráfico de drogas e a pesca ilegal, dentre outros crimes transfronteiriços e ambientais.

A questão ambiental também exige uma atenção especial, como a preservação

dos ecossistemas marinhos, e a MB tem um papel importante na implementação de práticas sustentáveis e na fiscalização das atividades que possam causar danos ambientais e meios que tenham capacidade de operação discreta podem monitorar áreas sensíveis sem causar distúrbios significativos.

A integração de novas tecnologias de inteligência artificial e automação nos submarinos é uma área promissora. Essas tecnologias podem aumentar a eficiência das operações, melhorando a capacidade de detecção e resposta a ameaças. A pesquisa e desenvolvimento nessas áreas contribuem para manter a MB atualizada com as novas tecnologias.

Esse trabalho possui como propósito compreender os novos desafios impostos à arma submarina brasileira atualmente e as novas possibilidades de emprego dos submarinos convencionais brasileiros. Além disso, a análise dessas novas possibilidades de emprego pode fornecer novas ideias para a evolução dos conceitos de emprego dos submarinos brasileiros.

Para ascendermos ao objetivo enunciado deste trabalho, a seguinte questão de pesquisa se coloca: em termos comparativos, como se relacionam as capacidades do submarino classe Tikuna e dos submarinos classe Riachuelo com os desafios do ambiente marítimo do século 21 e com os documentos estratégicos brasileiros a partir de 2019?

Responderemos essa questão empregando a metodologia exploratória e dedutiva, fundamentada em pesquisa documental e bibliográfica.

A apresentação da pesquisa conterà cinco capítulos, incluindo a Introdução como o primeiro. No segundo capítulo, faremos uma contextualização do Atlântico Sul, com enfoque marítimo e naval, no período de 1980 até 2023. Abordaremos os desafios desse ambiente marítimo, como foi a evolução desses desafios de 1980 para a atualidade e falaremos, especificamente, da evolução da Estratégia de Defesa Marítima Brasileira nesse período.

No terceiro capítulo, discorreremos sobre as principais capacidades do Submarino da Classe Tikuna (SCK) e dos Submarinos da Classe Riachuelo (SCR).

No quarto capítulo, faremos uma análise dos desafios do ambiente marítimo da década de 1980 e da última década, além de fazer uma comparação dos avanços adquiridos com o emprego da classe Riachuelo, em relação à classe Tikuna. Analisaremos a estratégia marítima brasileira, para emprego de submarinos, na atualidade e o como os submarinos da classe Riachuelo se adequaram a esses

desafios.

No quinto e último capítulo, concluiremos a pesquisa com a relação entre os desafios esperados do ambiente marítimo brasileiro e as capacidades dos submarinos brasileiros para se contrapor a esses desafios.

Passaremos, então, ao segundo capítulo, abordando os principais desafios do ambiente marítimo brasileiro, da década de 1980 aos dias atuais.

2 OS DESAFIOS DO AMBIENTE MARÍTIMO

Nesta seção, apresentaremos um panorama dos desafios do ambiente marítimo desde a década de 1980 até novos desafios dos dias atuais. Veremos como a Estratégia Marítima Brasileira foi se modificando com o passar das décadas para acompanhar essas mudanças. Inicialmente será necessário contextualizar a situação do mundo, com enfoque marítimo, a partir da década de 1980 e, em seguida, será abordado o surgimento de novos desafios no ambiente marítimo e o que se intensificou durante as décadas, além disso, veremos a evolução da Estratégia Marítima Brasileira nesse período.

2.1 O MUNDO EM CONSTANTE TRANSFORMAÇÃO

Na década de 1980, o ambiente marítimo passou por uma fase de transição significativa, impulsionada pelo aumento da globalização e pelo avanço tecnológico. O transporte marítimo experimentou uma crescente padronização e eficiência, principalmente através da adoção generalizada do contêiner. Esse método de transporte, que havia sido introduzido nos anos 1950 e 1960, tornou-se comum nos anos 1980, transformando a logística global. Portos ao redor do mundo se adaptaram para receber grandes volumes de carga containerizada, o que não só reduziu os custos de transporte, mas também acelerou o fluxo de bens. Grandes *hubs* portuários, emergiram como centros do comércio global, beneficiando-se de infraestruturas modernizadas e tecnologias emergentes (Levinson, 2006).

A década também foi marcada pela intensificação das tensões da Guerra Fria, que se refletiu em um aumento na construção e modernização de frotas navais. As principais potências, como os Estados Unidos da América (EUA) e a ex-União Soviética, investiram pesadamente no desenvolvimento de submarinos nucleares, Navio-Aeródromo¹ e outras embarcações avançadas. Estes investimentos tinham como objetivo manter a superioridade estratégica e a capacidade de projeção de poder (Polmar, 2003).

Conflitos regionais, como a Guerra das Malvinas em 1982, demonstraram a importância das forças navais modernas em operações militares, reforçando a

¹ Um navio-aeródromo, também conhecido como porta-aviões, é um tipo de navio de guerra que possui um convés de voo contínuo e extenso, permitindo a decolagem e o pouso de aeronaves (Castro, 2012).

necessidade de manter capacidades navais robustas (Freedman, 2005).

Além disso, a segurança das rotas marítimas tornou-se uma preocupação crescente, levando a esforços internacionais para combater a pirataria e proteger o comércio marítimo (McNicholas, 2008).

Ao analisarmos os novos desafios do ambiente marítimo surgidos na década de 1980, podemos distinguir marcos significativos, como o aumento do número de contêiner, que facilitou o embarque e desembarque de mercadorias, permitindo um aumento do comércio marítimo. Outro marco da década foi a necessidade de as grandes potências mundiais estarem com suas Marinhas preparadas para um conflito iminente, fruto das tensões geradas pela Guerra Fria.

Na década de 90, a evolução do ambiente marítimo continuou. Impulsionado pelos novos avanços da tecnologia de informação e comunicação. A digitalização começou a transformar a indústria, com a introdução de sistemas de rastreamento por satélite, como o *Automatic Identification System* (AIS), e programas avançados de gerenciamento de frotas, que permitiram maior eficiência operacional e segurança nas rotas marítimas (Song, 2012).

Além disso, a popularização da internet facilitou a comunicação e a troca de informações entre navios e portos, otimizando as operações logísticas. Os portos começaram a adotar tecnologias automatizadas para carga e descarga, como guindastes controlados por computador, aumentando a produtividade e reduzindo os custos operacionais. Esses avanços tecnológicos foram fundamentais para suportar o crescimento contínuo do comércio global, que se beneficiou de um sistema de transporte marítimo mais eficiente e confiável (Ivanov, 2019).

A década de 90 viu uma reconfiguração das estratégias navais em resposta ao fim da Guerra Fria. Com o colapso da ex-União Soviética, os EUA emergiram como a única superpotência naval, o que resultou em uma reorientação das prioridades estratégicas, com foco em operações de manutenção da paz e intervenção humanitária (Till, 2018).

A preocupação com a segurança das rotas marítimas permaneceu alta, especialmente com o aumento da pirataria. Além disso, a década marcou o início de um maior enfoque na cooperação internacional para a segurança marítima, com a criação de acordos e coalizões multilaterais destinadas a enfrentar ameaças comuns, como o tráfico de drogas e o terrorismo marítimo (McNicholas, 2008).

Considerando os aspectos apresentado anteriormente, notamos que a

evolução tecnológica teve uma influência direta no ambiente marítimo da década de 90, uma vez novos equipamentos permitiram a otimização do comércio marítimo, levando ao aumento do número de navios em circulação. Essa elevação do tráfego marítimo levou a necessidade de aumentar a segurança dos navios, para garantir o fluxo comercial.

Na década de 2000, o ambiente marítimo viu um crescimento contínuo impulsionado pela globalização acelerada e pelo aumento do comércio internacional. Houve um aumento exponencial na produção e exportação de bens manufaturados, o que impactou diretamente o transporte marítimo. Os portos ao redor do mundo tiveram que se adaptar a este aumento de demanda, investindo em infraestruturas mais avançadas e eficientes (Branch, 2008).

O início do século também testemunhou um crescimento na capacidade dos navios porta-contêineres, com a construção de embarcações cada vez maiores, conhecidas como "mega-navios", que podiam transportar milhares de contêineres em uma única viagem, otimizando as economias de escala (Levinson, 2006).

A década também foi marcada por desafios e transformações significativas, como a ameaça do terrorismo global. Foi dada uma maior ênfase na segurança marítima, como a implementação do *International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code*, para proteger as rotas marítimas e as instalações portuárias contra potenciais ameaças (Tanaka, 2015).

A pirataria tornou-se uma preocupação crescente, levando a operações navais internacionais coordenadas para proteger a navegação comercial. As marinhas de vários países intensificaram suas operações para garantir a liberdade de navegação e a segurança das rotas comerciais críticas. Este período também viu um aumento na cooperação internacional, com várias nações trabalhando juntas para enfrentar ameaças comuns e garantir a segurança marítima global (Elleman, 2010).

Ao analisarmos os desafios marítimos da década de 2000, observamos que a preocupação com segurança cresceu muito, após os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001. Os principais portos do mundo passaram a adotar rigorosos protocolos de segurança, na tentativa de garantir o crescente comércio marítimo.

Na década de 2010, o setor marítimo continuou a evoluir significativamente, impulsionado por avanços tecnológicos, mudanças geopolíticas e uma crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental. A digitalização e a automação avançaram, com a implementação de tecnologias para melhorar a transparência e a

eficiência na cadeia logística, e o uso crescente de inteligência artificial para otimizar rotas e operações portuárias. Navios autônomos começaram a ser testados, prometendo revolucionar a indústria naval ao reduzir a necessidade de tripulação e melhorar a eficiência operacional (Lind, 2021).

Além disso, a infraestrutura portuária global se modernizou ainda mais, com investimentos em portos inteligentes para melhorar a gestão e a segurança. Esses desenvolvimentos tecnológicos não apenas aumentaram a eficiência do transporte marítimo, mas também reduziram custos e minimizaram os riscos de erro humano (Stopford, 2009).

A década 2010 também foi marcada por tensões crescentes em regiões estratégicas, como o Mar do Sul da China, onde a China intensificou suas reivindicações territoriais, resultando em confrontos com países vizinhos e preocupações globais sobre a liberdade de navegação. A resposta internacional incluiu uma maior presença naval dos EUA e de aliados na região para garantir a segurança marítima (Hayton, 2014).

A pirataria, embora reduzida em algumas áreas como a costa da Somália devido a esforços internacionais coordenados, aumentou em outras regiões, como o Golfo da Guiné. A segurança marítima global continuou a ser uma prioridade, com ênfase em cooperação internacional para combater ameaças como pirataria, tráfico de drogas e terrorismo marítimo (Murphy, 2013).

Simultaneamente, a Organização Marítima Internacional (IMO) implementou regulamentos mais rigorosos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa dos navios, promovendo o uso de combustíveis mais limpos e tecnologias verdes, refletindo uma crescente consciência ambiental dentro da indústria naval (Faure, 2015).

Com base nos aspectos apresentados, observamos que, apesar dos esforços internacionais, a pirataria não acabou, apenas mudou de eixo, concentrando suas ações no Atlântico Sul. Novas tensões surgiram no ambiente marítimo, principalmente no sudeste asiático, causadas pelas pretensões da China de se estabelecer como uma potência mundial.

Atualmente, o ambiente marítimo enfrenta desafios e oportunidades sem precedentes, muito influenciado pela pandemia de COVID-19, que impactou profundamente as cadeias de suprimentos globais. O transporte marítimo, responsável por aproximadamente 90% do comércio mundial, viu-se forçado a

adaptar-se rapidamente às novas realidades, como atrasos significativos, congestionamentos em portos e a necessidade de implementar medidas de segurança sanitária. A pandemia acelerou a adoção de tecnologias digitais e automação, sendo cada vez mais integradas para otimizar operações e aumentar a resiliência das cadeias logísticas (Cullinane, 2022).

Navios autônomos e portos inteligentes passaram a se tornar cada vez mais uma realidade, prometendo aumentar a eficiência e reduzir custos operacionais no longo prazo (Meisel, 2021).

A sustentabilidade também ganhou destaque, com a indústria naval se comprometendo a reduzir emissões de carbono e investir em tecnologias verdes, como combustíveis alternativos e sistemas de propulsão ecológicos (Psaraftis, 2019).

O mundo também tem sido marcado por tensões contínuas em regiões estratégicas, como o Mar do Sul da China, onde a pujança da China continua a gerar preocupações de segurança entre nações vizinhas e potências ocidentais. A crescente militarização e disputas territoriais na região têm levado a uma maior presença naval dos EUA e seus aliados, destacando a importância da liberdade de navegação e a proteção das rotas comerciais vitais (Hayton, 2023).

A pirataria e outras ameaças marítimas, como o tráfico de drogas e o terrorismo, continuam a representar desafios significativos, exigindo cooperação internacional e esforços coordenados para garantir a segurança marítima global. A resposta da comunidade internacional inclui a intensificação de patrulhas navais, exercícios conjuntos e o fortalecimento de parcerias estratégicas (UNODC, 2024).

Assim sendo, ao organizarmos diferentes marcos e mudanças do ambiente marítimo durante as últimas décadas, podemos examinar que cada vez mais o cenário se tornou complexo, com mais importância econômica e novas tensões provenientes de disputas pelo poder.

Passaremos, então, a entender os novos desafios existente no ambiente marítimo, principalmente nas águas jurisdicionais brasileiras e como a Estratégia de Defesa Marítima brasileira acompanhou essa evolução.

2.2 UM MAR DE MUDANÇAS

O ambiente marítimo do Atlântico Sul enfrenta uma série de desafios

contemporâneos que ameaçam a segurança, a soberania e a biodiversidade da região. A pirataria, embora historicamente associada a outras áreas, tem mostrado um aumento preocupante. Esses atos de pirataria não só perturbam o comércio internacional, mas também colocam em risco as vidas de tripulações e a estabilidade econômica de países costeiros. Além disso, os ataques piratas modernos muitas vezes envolvem sequestros para resgate, o que aumenta a complexidade e perigo à situação (Murphy, 2009).

A biopirataria representa outro desafio significativo no Atlântico Sul. Esta prática envolve a exploração ilegal de recursos biológicos e genéticos marinhos, sem o consentimento ou compensação adequada às nações que possuem esses recursos. A rica biodiversidade marinha da região torna-a um alvo atraente para biopiratas que buscam lucros através da comercialização de espécies raras e valiosas. A falta de regulamentações internacionais eficazes e a fiscalização insuficiente agravam este problema, resultando na perda de biodiversidade e no potencial esgotamento de recursos valiosos (Shiva, 2001).

Os crimes transfronteiriços também são uma preocupação crescente no Atlântico Sul. Estes crimes incluem o tráfico de drogas, armas e seres humanos, utilizando rotas marítimas para evitar a detecção pelas autoridades. As vastas áreas marítimas e a insuficiência de patrulhamento tornam estas águas um caminho preferido para contrabandistas. A cooperação internacional e o fortalecimento das capacidades de vigilância são essenciais para combater essa ameaça, mas muitas vezes são dificultados por limitações logísticas e de recursos nos países da região (UNODC, 2019).

A pesca ilegal, Não declarada e Não regulamentada (INN) é outro problema sério que afeta o Atlântico Sul. Este tipo de pesca resulta na sobre-exploração dos estoques pesqueiros, ameaçando a sustentabilidade dos recursos marinhos e a subsistência das comunidades costeiras. Navios pesqueiros estrangeiros frequentemente invadem as águas jurisdicionais dos países do Atlântico Sul, explorando ilegalmente os recursos sem respeitar as quotas e regulamentos estabelecidos. A falta de monitoramento e a corrupção local podem facilitar essas atividades, exacerbando a situação (Delgado, 2024).

Navios de pesquisa ilegais em águas jurisdicionais também representam uma ameaça no Atlântico Sul. Essas embarcações frequentemente realizam atividades de prospecção de recursos naturais sem a devida autorização, o que pode levar à

exploração não controlada dos recursos marinhos. A coleta de dados científicos sem permissão não apenas viola a soberania nacional, mas também pode resultar na transferência de conhecimentos valiosos para fora da região, privando os países locais de benefícios econômicos e científicos (Meirelles, 2022).

Ao analisarmos os principais desafios do ambiente marítimo nas águas jurisdicionais brasileiras, observamos um aumento significativo das ameaças a soberania do país e como é importante as Forças Armadas (FA) estarem prontas para se contrapor a essas ameaças.

A cooperação internacional é fundamental para enfrentar esses desafios. Países do Atlântico Sul devem trabalhar juntos para fortalecer a vigilância marítima e a aplicação da lei, compartilhando informações e recursos para combater eficazmente a pirataria, a biopirataria, e outros crimes transfronteiriços. Além disso, é importante que os países da região se envolvam em fóruns internacionais para pressionar por regulamentações mais rigorosas e suporte técnico na luta contra a pesca ilegal e os navios de pesquisa ilegais (FAO, 2022).

Tecnologias avançadas, como o uso de drones e sistemas de monitoramento por satélite, podem ser implementadas para melhorar a fiscalização das águas jurisdicionais. Esses sistemas podem fornecer uma vigilância contínua e detalhada, ajudando a detectar e responder rapidamente a atividades ilegais. Além disso, a capacitação das forças de segurança marítima e a melhoria das infraestruturas portuárias são necessárias para garantir uma resposta eficiente às ameaças (FAO, 2022).

A conscientização e a educação das comunidades costeiras sobre os impactos da pesca ilegal e da biopirataria também são essenciais. Estas comunidades, frequentemente as mais afetadas pelas atividades ilegais, podem desempenhar um papel crucial na denúncia e prevenção desses crimes. Programas de educação e iniciativas comunitárias podem ajudar a fortalecer a resiliência local e a sustentabilidade dos recursos marinhos (FAO, 2022).

Assim sendo, ao citarmos os diferentes desafios impostos ao Brasil em seu entorno estratégico², podemos observar a necessidade de empregar novas tecnologias capazes ampliar a consciência situacional das irregularidades que estão

² Área de interesse prioritário para o Brasil, que inclui a América do Sul, o Atlântico Sul, os países da costa ocidental africana e a Antártica (Brasil, 2020b).

ocorrendo na área de interesse e permitir ao país se contrapor a essas ameaças.

Seguiremos com a apresentação de como a Estratégia Marítima Brasileira evoluiu a partir da década de 1980.

2.3 A ESTRATÉGIA MARÍTIMA BRASILEIRA

A Estratégia Marítima Brasileira na década de 1980 tinha como foco diversos aspectos fundamentais para garantir a soberania nacional e proteger os interesses marítimos do Brasil. A estratégia adotada durante esse período refletia a preocupação com a segurança e a defesa das vastas águas jurisdicionais brasileiras, bem como a necessidade de promover o desenvolvimento econômico e tecnológico do país (Caminha, 1986).

Os principais elementos dessa estratégia incluíam a Defesa da Soberania Marítima, como um dos principais objetivos era assegurar a soberania sobre as águas territoriais e a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil. Isso incluía a proteção dos recursos naturais, como petróleo, gás e recursos pesqueiros, que eram vitais para a economia nacional (Caminha, 1986).

A estratégia enfatizava a necessidade de modernizar e expandir a capacidade da Marinha do Brasil. Isso envolvia a aquisição de novos navios, submarinos e aeronaves, bem como a melhoria das capacidades tecnológicas e operacionais da frota existente (Caminha, 1986).

Havia um forte incentivo para o desenvolvimento da indústria naval brasileira, com o objetivo de tornar o país mais autossuficiente na construção e manutenção de embarcações militares e comerciais. Isso também visava gerar empregos e estimular o desenvolvimento tecnológico (Caminha, 1986).

A estratégia destacava também a importância de manter uma presença naval significativa nas águas do Atlântico Sul e em outras áreas estratégicas. Isso permitia ao Brasil proteger suas rotas marítimas, garantir a segurança do comércio marítimo e projetar poder em defesa dos interesses nacionais (Caminha, 1986).

O Brasil buscava fortalecer a cooperação com países vizinhos e outras nações amigas. A cooperação regional, especialmente na América do Sul, era vista como crucial para enfrentar ameaças comuns, como o tráfico de drogas, a pirataria e a pesca ilegal. Além disso, a participação em operações de paz e segurança internacionais era uma forma de promover a estabilidade global (Caminha, 1986).

Ao analisarmos a evolução da Estratégia Marítima Brasileira na década de 1980, podemos observar a importância dada para garantir a soberania do país em suas águas territoriais, diante das novas regras do direito de mar, além da observância das novas normas a respeito da gestão dos recursos marinhos e controle da poluição.

A salvaguarda da soberania sobre as águas territoriais e a ZEE manteve-se como uma prioridade estratégica. A MB dedicou-se intensamente à vigilância e à proteção dos recursos naturais, tais como petróleo, gás e pesca, os quais são cruciais para a economia nacional. O processo de modernização das capacidades navais prosseguiu, evidenciado pela aquisição e atualização de aeronaves, submarinos e navios (Pinto, 2004).

A busca pela autossuficiência na construção e manutenção de embarcações militares e comerciais manteve-se como um objetivo estratégico de grande relevância. Durante a década de 1990, houve um esforço contínuo para fortalecer a indústria naval nacional, o que incluiu a promoção de parcerias com empresas internacionais e o desenvolvimento de tecnologias locais (Brasil, 2022).

A cooperação regional na América do Sul foi significativamente intensificada para enfrentar ameaças comuns, tais como o tráfico de drogas, a pirataria e a pesca ilegal. O Brasil, em estreita colaboração com seus países vizinhos, buscou garantir a segurança marítima regional por meio da promoção de exercícios conjuntos e do compartilhamento de informações estratégicas (Nasser, 2014).

Foi realizado um esforço contínuo para aprimorar a infraestrutura portuária no Brasil, com investimentos significativos na modernização e expansão dos portos. Esses investimentos foram cruciais para apoiar o crescimento do comércio marítimo e facilitar a integração do Brasil na economia global (Oliveira, 2007).

Considerando o que foi apresentado anteriormente, podemos observar que o Brasil focou na modernização da força naval, visando melhorar sua capacidade operativa. O desenvolvimento da indústria naval e infraestruturas portuárias revela que essas medidas eram importantes para garantir a segurança, a estabilidade e o desenvolvimento sustentável do país. Esses esforços conjuntos visavam fortalecer a autossuficiência do país na construção e manutenção de embarcações, além de gerar empregos e estimular o progresso tecnológico.

Nos anos 2000, houve um esforço para modernizar a força naval do Brasil. Esse período foi marcado pela aquisição de novos navios e aeronaves, além da atualização dos equipamentos e sistemas já em uso. A decisão de desenvolver um

submarino com propulsão nuclear foi impulsionada pela necessidade de aprimorar a defesa marítima, tornando-a mais eficaz nas extensas águas jurisdicionais do país, que incluem a ZEE, rica em recursos naturais como petróleo e gás (Vidigal, 2006).

O Brasil aumentou a cooperação com países vizinhos e outras nações, engajando-se em operações internacionais de paz e segurança. A MB teve uma participação significativa em missões da ONU e em operações conjuntas com outras marinhas, promovendo a segurança marítima tanto regional quanto global (Brasil, 2020).

A década de 2000 apresentou novos desafios para a segurança marítima, como pirataria, tráfico de drogas e outras atividades ilícitas. Em resposta, a MB intensificou suas operações de patrulha e vigilância, adotando novas tecnologias de monitoramento e aumentando a cooperação com agências internacionais de segurança para enfrentar essas ameaças (Nasser, 2014).

Grandes investimentos foram realizados para modernizar e ampliar a infraestrutura portuária do Brasil. Isso envolveu a melhoria da capacidade dos portos, a implementação de novas tecnologias de gestão portuária e a integração logística, visando apoiar o crescimento do comércio marítimo (Oliveira, 2007).

A estratégia incluía uma presença naval maior em áreas estratégicas, especialmente no Atlântico Sul, para proteger as rotas marítimas e os interesses nacionais. Exercícios militares e a presença em águas internacionais demonstravam a capacidade do Brasil de projetar poder e contribuir para a segurança global (Nasser, 2014).

A Estratégia Marítima Brasileira foi incorporada à Estratégia Nacional de Defesa (END), formalizada em 2008. Essa integração buscava assegurar uma abordagem coesa e abrangente para a defesa do país, envolvendo todas as forças armadas e outras agências governamentais (Brasil, 2014a).

Analisando a estratégia brasileira dos anos 2000, notamos que houve uma preocupação do país em cooperar com os organismos internacionais, a fim de fortalecer sua posição como um importante ator regional e contribuir para segurança global.

A atual estratégia marítima, é desenhada para enfrentar os desafios contemporâneos e garantir a segurança e soberania do Brasil no ambiente marítimo. Essa estratégia compreende vários elementos-chave que refletem a necessidade de proteger os interesses nacionais, promover a paz e a segurança internacional, e

desenvolver a capacidade de resposta às ameaças emergentes (Brasil, 2023).

Na estratégia atual, MB tem como prioridade garantir a soberania sobre as águas territoriais, a ZEE e a Plataforma Continental (PC). Isso inclui a proteção dos recursos naturais marinhos, como petróleo, gás e pesca, que são importantes para a economia brasileira (Brasil, 2023).

A estratégia enfatiza a modernização da força naval, incluindo a aquisição de novos submarinos, fragatas e outros navios de guerra. A construção de submarinos com propulsão nuclear, como parte do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), é um elemento central dessa modernização, aumentando significativamente a capacidade de dissuasão e projeção de poder da MB (Brasil, 2023).

Há um forte foco no fortalecimento da indústria naval brasileira, visando a autossuficiência na construção e manutenção de embarcações. Parcerias com empresas nacionais e internacionais, transferência de tecnologia e investimentos em infraestrutura naval são componentes essenciais dessa estratégia (Brasil, 2023).

A MB está comprometida em enfrentar ameaças como a pirataria, o tráfico de drogas, a pesca ilegal e outras atividades ilícitas no mar. Isso envolve a intensificação das operações de patrulha e vigilância, o uso de tecnologias avançadas de monitoramento e a cooperação com outras forças armadas e agências de segurança (Brasil, 2023).

A estratégia destaca a importância da cooperação com países vizinhos e outras nações amigas para garantir a segurança marítima regional e global. Participação em missões de paz da ONU, exercícios militares conjuntos e colaboração em segurança marítima são práticas comuns (Brasil, 2023).

Ao examinarmos a atual estratégia marítima brasileira, podemos perceber uma preocupação com a modernização da força naval, a fim de contribuir com a proteção da ZEE, tão importante para economia nacional.

A MB está investindo em capacidades de defesa cibernética para proteger suas redes e sistemas de informação. A integração de novas tecnologias, como drones e sistemas de vigilância por satélite, também é parte da estratégia para melhorar a consciência situacional e a capacidade de resposta (Brasil, 2023).

A proteção do meio ambiente marinho é uma prioridade. A MB adota práticas sustentáveis em suas operações e participa de iniciativas para preservar a biodiversidade e os ecossistemas marinhos. Isso inclui a prevenção da poluição

marinha e a resposta a desastres ambientais (Brasil, 2023).

A estratégia inclui a manutenção de uma presença naval significativa em áreas estratégicas, especialmente no Atlântico Sul, para proteger as rotas marítimas e os interesses nacionais. Isso também envolve a participação em operações internacionais de segurança e a projeção de poder para dissuadir possíveis ameaças (Brasil, 2023).

Assim sendo, ao organizar diferentes marcos e mudanças na Estratégia Marítima Brasileira, notamos uma constante preocupação com o a proteção do país, diante de ameaças cada vez mais complexas, demonstrando um compromisso com a defesa nacional e com a estabilidade regional.

No próximo capítulo, veremos as principais capacidades dos atuais submarinos brasileiros, a classe Tikuna e a classe Riachuelo.

3 OS ATUAIS SUBMARINOS BRASILEIROS

Conforme mencionado no capítulo 1, iremos abordar neste capítulo as principais capacidades dos SCK e SCR, além de fazer uma comparação dos avanços adquiridos com o emprego da classe Riachuelo, em relação à classe Tikuna. Em ambas as abordagens, além de uma pesquisa documental, serão consideradas informações citadas em entrevistas realizadas com Oficiais que serviram nesses submarinos.

3.1 A CLASSE TIKUNA

Com a modernização do sistema de combate do submarino Tupi para o AN/BYG e o emprego do torpedo MK-48, as capacidades de combate da classe Tupi passaram a ser muito semelhantes ao submarino Tikuna. Por isso, passarei a mencionar o SCK para fazer referência as classes Tupi e Tikuna.

O CC Baptista Pereira³ atuou como Chefe do Departamento de Máquinas do SCK e listou as principais capacidades desse submarino.

O sistema sonar dos SCK foi projetado para prover uma cobertura sonar contínua, detectando navios de superfície, submarinos e sonar aerotransportado, bem como torpedos e sonoboias. O sistema atual instalado nos SCK é AN-BYG, que consiste em diversos sonares integrados, além do Sistema de Direção de Tiro (SDT), com processamento central computadorizado e operado a partir de consoles localizados no compartimento de comando. Os principais modos de operação estão classificados em: Sonar Passivo; Sonar Passivo de Interceptação; Sonar Passivo de Distância e Processador de Informações Sonar. A interação das funções no SCK possibilitou uma série de combinação entre o Sonar, o Gerenciamento de Alvos (*Track Management*) e o Emprego do Armamento. O Gerenciamento de Alvos conecta os vários dados dos sensores para a Análise do Movimento do Alvo (TMA), a fim de apresentar a situação tática usando todas as fontes de informações do sistema.

O SCK pode utilizar seus tubos de torpedos para realizar o lançamento de

³ Oficial Submarinista, que exerceu a função de Chefe do Departamento de Máquinas do Submarino Tikuna. Entrevista de pesquisa concedida em 8 jul. 2024.

minas navais, que são preparadas e programadas para detonar sob condições específicas, como a detecção de uma assinatura acústica. As minas são ejetadas de alguns dos tubos de torpedos e são posicionadas no fundo do mar.

A propulsão do SCK é diesel-elétrica, sistema que combina motores a diesel e motores elétricos, onde os motores diesel geram eletricidade para carregar as baterias e podem fornecer energia para propulsão direta, quando o submarino navegar na superfície ou em esnórquel (SNK). Na condição de submerso, o submarino opera usando motores elétricos alimentados pelas baterias, permitindo-lhe se mover com discrição.

O SCK possui 4 motores a diesel, que fornecem, aproximadamente, 3.000 kW, além de 1 Motor Elétrico Principal (MEP) de, aproximadamente, 3.500 kW. Essa configuração da propulsão permite que o SCK atinja uma Velocidade Máxima na Superfície de 12 nós, e Velocidade Máxima Submerso de 21,5 nós.

A autonomia do SCK é de aproximadamente 50 dias de operação, graças ao seu sistema de propulsão diesel-elétrico, permite que o submarino navegue até 8.000 milhas náuticas (MN) na superfície a uma velocidade de 8 nós e opere submerso por aproximadamente 50 horas a uma velocidade de 4 nós sem a necessidade de recarregar as baterias.

Atualmente, o SCK utiliza o torpedo MK-48, que é um torpedo de alta performance, projetados para neutralizar uma ampla gama de alvos navais, incluindo submarinos e navios de superfície. O MK-48 é equipado com um sistema de guiagem ativo/passivo, permitindo-lhe adquirir e atingir alvos com alta precisão. No SCK, os torpedos são lançados a partir de seus tubos de torpedo. Uma vez disparado, o MK-48 emprega uma combinação de busca inicial, navegação intermediária e guiagem terminal para atingir seu alvo. Durante o percurso, o torpedo pode receber atualizações de dados de alvo transmitidos pelo submarino via fio de guiagem, ajustando sua trajetória conforme necessário para maximizar a probabilidade de impacto. A cabeça de combate do MK-48 é capaz de causar danos significativos a grandes embarcações.

O SCK possui um total de oito tubos de torpedos de 533 mm (21 polegadas) localizados na proa. Estes tubos são utilizados para lançar torpedos ou minas. A capacidade de possuir múltiplos tubos de torpedos permite ao SCK realizar ataques sucessivos e manter uma prontidão operacional elevada durante suas operações.

Além disso, o SCK tem a capacidade de carregar até 14 torpedos a bordo.

Esses torpedos podem ser armazenados nos tubos de torpedo ou nos paióis de torpedos, permitindo ao SCK realizar múltiplos ataques durante uma operação sem necessidade de reabastecimento imediato.

O carregamento de um torpedo no SCK envolve um processo trabalhoso e demorado, onde é sendo necessário desmontar os armários, as mesas e as camas da tripulação, para que seja possível utilizar o elevador de embarque. Após o torpedo sair do paiol, ele é alinhado com o tubo através de um mecanismo de carregamento hidráulico. O torpedo é então inserido dentro do tubo e fixado com dispositivos de segurança para evitar movimentos indesejados. Após o carregamento, o tubo é fechado e o torpedo é preparado para lançamento.

Outra capacidade que o SCK possui, é a tem a possibilidade de realizar a manobra de pousar no fundo do mar. Esse procedimento envolve controle da fluabilidade e navegação do submarino, e pode ser realizado em áreas com o fundo do mar sem irregularidades e preferencialmente de composto de areia.

O SCK possui um conjunto de disjuntores para alterar o arranjo de bateria e distribuir a energia elétrica a bordo. As baterias do SCK são organizadas em múltiplos bancos, e os disjuntores permitem a conexão desses bancos de acordo com a necessidade operativa.

O sistema de despistadores de bolhas do SCK foi projetado para reduzir a assinatura acústica do submarino, tornando-o mais difícil de detectar por sonares inimigos. Esse sistema funciona ao liberar pequenas bolhas de ar ao redor do casco do submarino, que atuam absorver as ondas sonoras emitidas pelos sonares, diminuindo o eco refletido de volta para a fonte de detecção. O sistema é ativado do compartimento de Manobra e pode ser recarregado durante as operações.

O SCK possui uma boa capacidade de operar em ambientes restritos. Seu diâmetro tático⁴ de aproximadamente 200 jardas.

A preparação do SCK para realizar SNK envolve uma série de procedimentos para garantir a segurança da operação. Inicialmente, é necessário que o submarino retorne a CP e icle o mastro do SNK, para drenar a água do conduto do mastro. Durante esse período de preparação, com o mastro içado, o submarino já está indiscreto, aumentando o risco de ser detectado pelo inimigo.

⁴ Medida da distância que um submarino percorre para completar uma curva de 180 graus a uma velocidade específica.

O movimento de içar e arriar os periscópios do SCK é um processo controlado mecanicamente, envolvendo sistemas hidráulicos ou elétricos precisos para garantir a operação eficiente e segura. Quando a tripulação deseja usar o periscópio, um comando é dado a partir do painel dos mastros, ativando o sistema hidráulico ou elétrico que eleva o periscópio através de um tubo vertical até que a lente esteja acima da superfície da água. Uma vez que o periscópio está em posição, o comandante pode realizar observações visuais da superfície, podendo ajustar a altura da lente de acordo com as condições do mar. Quando não há muitas ondas, é possível içar o periscópio apenas o suficiente para fazer a observação, reduzindo a indiscrição do submarino durante missões de reconhecimento e vigilância.

A possibilidade de realizar desembarque de Forças Especiais (FE) do SCK é uma capacidade importante em operações que exigem discrição. Apesar de não realizar o desembarque da FE com o submarino em imersão, é possível realizar manobra em uma área afastada do objetivo, a fim de manter a discrição, permitindo que a equipe se aproxime do objetivo sem alertar o inimigo.

O SCK possui uma guarita de salvamento de fácil acesso e de boa manobrabilidade. Esse dispositivo é muito importante para segurança da tripulação, porque permite o escape seguro e rápido em situações de emergências, mesmo quando o submarino está submerso.

3.2 A CLASSE RIACHUELO

Os SCR são submarinos da classe Scorpène construídos pelo Brasil, ele foi desenvolvido em parceria com a empresa francesa *Naval Group* como parte do PROSUB. Sua construção começou em 2010 com a transferência de tecnologia e a fabricação de seções na França, que posteriormente foram enviadas para o Brasil para montagem final no Complexo Naval de Itaguaí (CNI), no Rio de Janeiro.

O CC Leandro Amaral⁵ atuou como Imediato de um SCR e listou as principais capacidades desse submarino.

Uma das principais capacidades do SCR é seu sistema de combate, o *Submarine Tactical Integrated Combate System* (SUBTICS), tem como grande diferencial o sonar *Flank Array*, um sonar lateral de baixa frequência, que possibilita

⁵ Oficial Submarinista, que exerceu a função de Imediato do Submarino Humaitá. Entrevista de pesquisa concedida em 8 jul. 2024.

ao submarino obter contatos com maiores distâncias.

O SCR está armado com o sistema de lançamento de mísseis táticos SM-39 Exocet. Esses mísseis podem ser lançados de dois tubos de torpedos enquanto o submarino está submerso.

Esse sistema de lançamento submerso permite ao submarino atacar sem ser detectado, proporcionando uma vantagem significativa. O SM-39 Exocet pode ser utilizado contra diversos alvos de superfície, aumentando a versatilidade e alcance das operações do submarino. Além disso, a capacidade de lançar mísseis de alta precisão reforça a dissuasão e a defesa marítima do Brasil, tornando o SCR uma plataforma de ataque surpresa altamente eficaz.

O SCR é equipado com um sistema de propulsão diesel-elétrico avançado, que inclui motores diesel e motores elétricos, além de baterias de alta capacidade. Ele possui 4 motores a diesel, que fornecem, aproximadamente, 4.400 kW, além de 1 Motor Elétrico Principal (MEP) de, aproximadamente, 2.600 kW. Essa configuração da propulsão permite que o SCR atinja uma Velocidade Máxima na Superfície de 12 nós, e Velocidade Máxima Submerso de 20 nós.

A autonomia do SCR é de aproximadamente 70 dias de operação, graças ao seu sistema de propulsão diesel-elétrico, permite que o submarino navegue até 7.000 MN na superfície a uma velocidade de 8 nós e opere submerso por aproximadamente 80 horas a uma velocidade de 4 nós sem a necessidade de recarregar as baterias.

Outra grande diferença na capacidade do SCR é que ele emprega os torpedos F-21, que são torpedos pesados de última geração desenvolvidos para operações navais modernas. O F-21 foi projetado pela *Naval Group*, é conhecido por sua alta velocidade, longo alcance e avançada capacidade de guiagem. Este torpedo é lançado a partir dos tubos de torpedo e pode ser utilizado contra uma variedade de alvos, incluindo submarinos e navios de superfície. O sistema de guiagem do F-21 combina sensores ativos e passivos, permitindo que ele detecte alvos com alta precisão mesmo em ambientes complexos e com interferências.

Uma vez lançado, o torpedo F-21 pode ser controlado via fio de guiagem, permitindo que o submarino transmita dados de atualização ao torpedo durante seu percurso, ajustando sua trajetória para otimizar a probabilidade de impacto. Esta capacidade de comunicação contínua permite ao F-21 adaptar-se a mudanças nas condições do ambiente, como a movimentação do alvo ou a presença de contramedidas. A carga explosiva do F-21 é projetada para causar danos significativos

a grandes embarcações, tornando-o uma arma eficiente do SCR.

O SCR possui seis tubos de torpedos de 533 mm localizados na proa. Esses tubos são utilizados para o lançamento de torpedos F-21, além da possibilidade de disparar mísseis. A configuração de seis tubos de torpedos proporciona ao SCR uma capacidade significativa de ataque e defesa, permitindo-lhe realizar operações contra uma variedade de alvos submarinos e de superfície, reforçando sua flexibilidade e poder de fogo em operações de patrulha.

Além disso, o SCR tem a capacidade de carregar até 18 torpedos F-21, em seus compartimentos de armazenamento e tubos de torpedo. Esses torpedos são distribuídos entre os seis tubos e os racks de armazenamento adicionais, permitindo ao submarino manter um elevado nível de prontidão operacional e flexibilidade em combate. Esta capacidade de carga permite ao SCR realizar uma série de ataques contra múltiplos alvos durante missões prolongadas, sem a necessidade de retornar à base.

O carregamento de um torpedo no SCR é um processo que envolve vários passos para garantir a segurança e a prontidão operacional, porém o procedimento ocorre de maneira rápida e eficiente, porque o compartimento de Torpedos é dedicado a movimentação dos torpedos, sem a necessidade de desmontar alojamentos para movimentação do elevador de embarque.

A planta elétrica do SCR é de corrente alternada, com isso o submarino possui apenas quatro disjuntores e não precisa de arranjos série e paralelo de baterias de propulsão e armaduras do MEP, evitando manutenções e possibilidades de avarias. O procedimento requer um conhecimento detalhado dos sistemas elétricos do submarino e é realizado de acordo com protocolos de segurança rigorosos para garantir a continuidade do fornecimento de energia e a segurança da tripulação e do equipamento.

O sistema de despistadores do SCR é uma tecnologia avançada projetada para confundir o sonar inimigo e possibilitar sua evasão. Esse sistema funciona ao liberar uma cortina de pequenas bolhas de ar ao redor do casco do submarino através de emissores localizados estrategicamente. As bolhas criam uma camada que interfere na propagação das ondas sonoras emitidas por sonares inimigos, dispersando e absorvendo essas ondas para diminuir o retorno do eco e, conseqüentemente, a detecção do submarino. Este sistema é de fácil utilização, disposto externamente ao submarino e lançado através de ar. Porém, após o lançamento, o despistador só é

possível realizar a recarga quando o submarino regressar à base.

O diâmetro tático do SCR é de aproximadamente 500 jardas. A pouca capacidade do Riachuelo de realizar curvas fechadas de maneira eficiente dificulta a manobrabilidade do submarino em águas rasas.

A preparação do SCR para realizar SNK envolve várias etapas precisas para garantir a segurança da operação. Porém, as características do mastro do SNK não implicam em muitas ações preparatórias, ocorrendo em uma preparação mais rápida e, conseqüentemente, um menor tempo de exposição do mastro do SNK.

O SCR possui câmera com intensificador de imagem, este equipamento avançado é utilizado para operações em condições de baixa luminosidade, proporcionando uma visão mais clara em condições ruins de luminosidade. Isso permite que a tripulação do SCR obtenha imagens nítidas em condições de quase total escuridão, auxiliando na navegação, vigilância e identificação de alvos. A câmera é integrada aos sistemas de observação e navegação do submarino, proporcionando dados visuais críticos para a tomada de decisões durante operações complexas.

A capacidade de comunicação satelital do SCR permite que ele mantenha contato com estações de terra e outras unidades navais, mesmo quando operando na CP. O sistema de comunicação satelital utiliza um mastro equipado com antenas especiais que é içado até a superfície para estabelecer um link com satélites de comunicação em órbita. Quando ativado, este sistema pode enviar e receber dados, voz e vídeo através de sinais de rádio de alta frequência que são transmitidos para os satélites e, em seguida, retransmitidos para estações de recepção em terra ou outras unidades navais. O sistema é projetado para ser altamente seguro e criptografado, garantindo que as comunicações permaneçam protegidas contra interceptações inimigas. Além disso, a capacidade de comunicação satelital permite ao SCR operar de forma eficaz em operações conjuntas e coordenadas com outras forças, mantendo uma conectividade constante e segura.

O movimento de içar e arriar os periscópios do SCR é um processo controlado mecanicamente, envolvendo sistemas hidráulicos precisos para garantir a operação eficiente e segura. Quando a tripulação deseja usar o periscópio, um comando é dado a partir do painel dos mastros, ativando o sistema hidráulico que eleva o periscópio através de um tubo vertical até que esteja totalmente içado. Uma vez que o periscópio está totalmente içado, o comandante pode começar a realizar observações visuais da superfície, sendo possível ajustar a altura do periscópio de acordo com as condições

do mar.

A possibilidade de realizar desembarque de FE em imersão é uma das principais capacidades do SCR. Em operações que exigem discrição, é possível fazer o desembarque de dois militares pela guarita de salvamento, fazendo com que o submarino não precise ir a superfície, permitindo um desembarque muito mais discreto e aumentando a segurança do submarino.

O SCR possui uma guarita de salvamento bastante estreita e de difícil acesso para o tripulante com traje de escape. Porém o tempo para realizar o escape é pequeno, permitindo que seja possível fazer o escape dos tripulantes em um curto período.

As Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) de comunicações do SCR é uma das principais capacidades do submarino. Esse sistema foi projetado para interceptar e analisar comunicações e sinais eletrônicos emitidos por outras embarcações e instalações inimigas. Ele funciona através de uma série de antenas e sensores especializados instalados no mastro do submarino, que são capazes de captar uma ampla gama de frequências de rádio e sinais eletrônicos. Quando um sinal é detectado, o MAGE processa e analisa esses dados em tempo real, identificando o tipo de emissão, sua origem e seu conteúdo potencial. Esta capacidade permite ao SCR obter inteligência crítica sobre as atividades e a posição do inimigo, aumentando significativamente a sua consciência situacional.

No próximo capítulo, vamos analisar os desafios enfrentados no ambiente marítimo durante a década de 1980 e na última década, comparando os avanços obtidos com a utilização da classe Riachuelo em relação à classe Tikuna. Também examinaremos a estratégia marítima brasileira atual para o uso de submarinos e como os submarinos da classe Riachuelo se adaptaram a esses desafios.

4 A COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBMARINOS DA CLASSE TIKUNA E RIACHUELO

4.1 OS AVANÇOS ADQUIRIDOS COM A CLASSE RIACHUELO PERANTE OS DESAFIOS DO ATLÂNTICO SUL

A segurança marítima é um dos principais desafios do Atlântico Sul, com a necessidade de proteger as rotas comerciais e as áreas de exploração de recursos naturais. O Atlântico Sul é cada vez mais importante para o comércio internacional e a economia brasileira, exigindo vigilância constante para prevenir atos de pirataria, terrorismo marítimo e outras atividades ilícitas.

Com o aumento da autonomia do submarino Riachuelo, é possível realizar patrulhas mais longas e mais distantes da costa, permitindo dar mais segurança a atividade econômica realizada nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB).

A exploração de petróleo e gás na plataforma continental, particularmente no pré-sal, é vital para a economia brasileira. No entanto, essa atividade também traz riscos ambientais que exigem uma gestão cuidadosa. A proteção desses recursos contra explorações ilegais e acidentes é um desafio contínuo.

Uma capacidade notável do SCR que contribui significativamente para a segurança marítima na AJB é o seu avançado sistema de sensores e guerra eletrônica. Equipado com sonar moderno e sistemas de detecção eletromagnética, o SCR pode identificar e monitorar embarcações a grandes distâncias e com alta precisão. Essa capacidade de vigilância permite ao submarino detectar e rastrear atividades suspeitas.

Além disso, seu design e tecnologias de redução de ruído, permite operações discretas e de longa duração. Essa discricção é fundamental em operações de inteligência e vigilância, permitindo que o submarino monitore rotas comerciais e áreas de exploração de recursos naturais com menor chance de ser detectado. Essa presença invisível atua como um elemento de dissuasão, desencorajando atividades ilícitas e contribuindo para a segurança das rotas marítimas e das plataformas de exploração de petróleo e gás no Atlântico Sul.

Uma das capacidades mais importantes do SCR é a possibilidade de lançar mísseis táticos, que lhe permite realizar ataques de precisão contra alvos a longas distâncias. Essa capacidade de ataque é essencial para dissuadir potenciais ameaças

à segurança marítima no Atlântico Sul. Em situações de conflito ou ameaça iminente, o SCR pode lançar esses mísseis neutralizar navios hostis, protegendo assim as rotas comerciais e as áreas de exploração de recursos naturais.

Além disso, a capacidade de lançar mísseis aumenta a flexibilidade operacional da MB, permitindo uma resposta rápida e eficaz a uma variedade de cenários de ameaça. Essa capacidade atua como um elemento dissuasivo, desencorajando ações agressivas por parte de adversários potenciais, que devem considerar a capacidade de resposta de precisão do SCR.

A soberania sobre áreas marítimas, é um aspecto crítico da defesa nacional. O Brasil precisa garantir a delimitação precisa de suas fronteiras marítimas e estar preparado para resolver disputas territoriais que possam surgir, preservando sua soberania e direitos sobre os recursos marinhos.

A proteção de infraestruturas submarinas, como cabos de comunicação e oleodutos, é um grande desafio para MB. Essas infraestruturas são vitais para as comunicações e o fornecimento de energia, e sua vulnerabilidade a ataques ou acidentes exige medidas de segurança robustas.

Uma capacidade importante do SCR, para se contrapor a esse desafio, é sua eficiência de consumo de bateria, que permite realizar patrulhas prolongadas e operações de vigilância sem a necessidade de recarga frequente. Equipado com um moderno sistemas de propulsão, o SCR pode operar submerso por períodos estendidos, aumentando significativamente sua eficácia em missões de patrulha e vigilância.

Essa capacidade é particularmente valiosa para a proteção das áreas de exploração de petróleo e gás no pré-sal, que estão localizadas a grandes distâncias da costa brasileira. A possibilidade de permanecer submerso e operacional por longos períodos permite que o SCR mantenha uma presença constante e discreta em áreas críticas, monitorando atividades e detectando qualquer operação ilegal ou ameaça ambiental. Isso assegura uma resposta rápida a incidentes, contribuindo para a segurança e sustentabilidade das operações de exploração de recursos no Atlântico Sul.

Em operações prolongadas, o SCR oferece melhores condições de habitabilidade para a tripulação, com acomodações mais confortáveis e sistemas de salvamento mais avançado. Isso não só melhora o moral da tripulação, mas também aumenta sua eficácia operacional em missões de longa duração.

O SCR combina modernização tecnológica, discrição, autonomia, capacidade de ataque e flexibilidade operacional para enfrentar os novos desafios do Atlântico Sul. Sua capacidade de integração com outras forças, defesa contra ameaças assimétricas e melhoria na habitabilidade tornam-no uma plataforma importante, garantindo a proteção e a segurança em um cenário marítimo cada vez mais complexo.

4.2 CLASSE RIACHUELO X CLASSE TIKUNA

Os SCK possuem o sistema sonar AN/BYG, que apesar de ter uma maior capacidade de processamento de dados e melhor integração de sensores que os sistemas anteriores, não possibilita a detecção em baixa frequência, o que restringe o alcance sonar do submarino, permitindo apenas detecção de contatos a média e curta distância. Já os SCR possuem um sistema de sonar SUBTICS, que representa um avanço nas soluções de combate e sonar. Eles possuem o sonar *flank array*, com capacidade de detecção em baixa frequência, o que permite, na prática, um alcance de detecção de contatos quase que duas vezes mais distantes que os SCK detectam.

Uma capacidade perdida com a incorporação dos SCR, foi a possibilidade de lançamento de minas. Os SCK possuem a capacidade de lançar minas, que têm um papel importante na negação de áreas marítimas a forças inimigas. Nos SCK, as minas são lançadas mecanicamente pelos tubos de torpedo adaptados para o lançamento, o que não acontece nos SCR, onde os tubos de torpedo não foram preparados para realizar o lançamento de minas.

Uma das principais capacidades advindas com os SCR, é a possibilidade de lançamento de mísseis Submarino-Superfície. O SM39 *Exocet* é uma versão submarina do míssil antinavio *Exocet*, projetado para ser lançado debaixo d'água. Após ser lançado do tubo de torpedo, o míssil é encapsulado em um invólucro que o leva até a superfície. Uma vez na superfície, o míssil se separa do invólucro e continua em voo na direção do alvo, utilizando seu próprio sistema de propulsão. O SM-39 tem um alcance de aproximadamente 50 a 70 km e é guiado por um sistema de radar ativo, que permite uma alta precisão ao atingir os alvos. Os SCK não possuem essa capacidade, que não os possibilita realizar engajamento contra alvos a média ou longa distância. Nos SCK, somente alvos a curta distância e dentro do alcance dos torpedos MK-48, podem ser engajados.

Uma grande vantagem dos SCR, em relação aos SCK, é que a planta de propulsão dos SCR permite o trânsito do submarino à 9 nós, com uma baixa *rate* (taxa) de descarga, sendo necessário apenas 1 ou 2 SNK por dia, para recarregar as baterias. Já a propulsão dos SCK permite apenas a manutenção da velocidade de 5 nós, com uma *rate* de descarga superior aos SCR, sendo necessário que os SCK realizem de 3 a 4 SNK por dia, aumentando sua indiscrição e aumentando os riscos operacionais.

Quando comparamos a autonomia dos SCR com os SCK, constatamos que os SCR tiveram um incremento. Fruto de uma maior capacidade de armazenamento de combustível e menor número de SNK por dia (menor consumo), os SCR possuem uma autonomia de 70 dias, enquanto os SCK conseguem operar por 50 dias, sem a necessidade de reabastecimento. Isso permite que os SCR realizem comissões mais prolongadas e opere em águas mais distantes da costa.

Em relação ao Raio de Ação atingido pelos submarinos, a evolução dos SCK para os SCR não trouxe um aumento significativo na distância máxima que eles podem percorrer sem precisar reabastecer. Enquanto o Raio de Ação dos SCK é de 11.000 MN, o dos SCR é de 13.000 MN, permitindo que ambos os submarinos sejam adequados para operações em áreas mais distantes de terra.

Uma das principais diferenças entre os SCR e SCK é o tipo de Torpedo empregado. Enquanto os SCK utilizam o torpedo MK-48, os SCR empregam o torpedo F-21. Ambos utilizam sistemas de guiagem ativo/passivo e tem capacidade de reaquisição de alvo, eles possuem boa precisão e eficiência contra alvos móveis. Eles possuem, aproximadamente, o mesmo tamanho de 5,8 metros e um alcance similar de 50 km ou 27 MN. A carga explosiva do MK-48 é um pouco maior, com 295 Kg, enquanto a do F-21 é de 250 Kg. Porém, a principal diferença está na propulsão, enquanto a propulsão do F-21 utiliza um motor elétrico com baterias de Lítio-íon, a do MK-48 é pela combustão do monopropelente *Otto Fuel*. A queima desse combustível gera gases que podem ser perigosos para a saúde humana, se inalados em grandes quantidades, exigindo rigorosos procedimentos de segurança para garantir a segurança dos operadores e o pessoal de manutenção.

Uma vantagem dos SCK, em relação aos SCR, é que eles possuem 8 tubos de torpedo, enquanto os SCR possuem 6 tubos. Isso permite que os SCK tenham uma maior capacidade de ataque inicial antes da necessidade de recarregar.

Em relação ao número de torpedos que os submarinos podem carregar, os

SCR levam um pouco de vantagem. Os SCK podem carregar até 14 torpedos MK-48, sendo 8 nos tubos e 6 nos berços. Os SCK também têm a possibilidade de levar até 2 minas em cada tubo e a escolha da arma deve ser adequada para cada missão. Já os SCR têm a possibilidade de transportar até 18 torpedos F-21, mais 1 míssil SM-39. O que possibilita os SCR ter uma reserva maior de armamento, importante em operações de longa duração ou em ambientes de combate onde o reabastecimento não é uma opção imediata.

Uma vantagem advinda com o emprego dos SCR é no Sistema de Carregamento de Torpedos. Enquanto nos SCK, a recarga dos tubos implica em uma grande movimentação de armários e camas, com a desmontagem das acomodações da tripulação, nos SCR isso não é necessário, porque o compartimento dos torpedos é dedicado a movimentação de recarga. Isso traz uma vantagem considerável, tanto na rapidez, como no emprego de pessoal para efetuar a recarga.

O SCR foi projetado para possuir uma boa hidrodinâmica. Seu casco é suave e livre de protuberâncias. Além disso, o SCR não possui quilha, o que ajuda a reduzir a resistência ao avanço na água, permitindo atingir maiores velocidades com eficiência de combustível. Em contrapartida, o fato de o SCR não possuir quilha, dificulta muito a manobra de pousar o submarino no fundo do mar, manobra essa que possui diversas vantagens, como economia de energia e combustível, importante em operações mais longas. Outra capacidade que o SCR perdeu, pelo fato de não possuir quilha, é a possibilidade de pousar no fundo durante uma manobra de evasão. Essa capacidade, ainda presente no SCK, permite que o submarino pousado fique muito silencioso e bem discreto ao sonar inimigo.

A planta de corrente contínua dos SCK implica em ter que usar uma série de disjuntores mecânicos para alterar arranjos de baterias, isso traz muitas complicações de manutenção e possibilidades de avarias. Já os SCR possuem uma planta de corrente alternada, com somente 4 disjuntores, que não precisam de arranjos série e paralelo de baterias de propulsão e armaduras do MEP, evitando manutenções e reduzindo o risco de avarias.

O sistema de lançamento de despistadores de bolhas do SCR é muito mais prático e muito mais rápido realizar o lançamento do que nos SCK, isso permite que o submarino crie, rapidamente, uma cortina de bolhas ao redor ao seu, que pode confundir os sonares inimigos. As bolhas geradas refletem as ondas sonoras de forma dispersa, criando múltiplos ecos que dificultam a identificação da localização exata do

submarino.

Uma mudança do SCR, em relação aos SCK, foi o aumento do diâmetro tático. Enquanto nos SCK o diâmetro tático é de 200 jardas, nos SCR é de 500 jardas, dificultando sua operação em águas mais rasas e próximo de costa. Entretanto, o sistema automatizado de controle da plataforma, nos SCR, permite um maior controle e manobrabilidade do submarino.

A característica de construção do mastro do SNK dos SCR, permite que assim que içar o mastro, o submarino já está pronto para colocar os geradores em carga, evitando a rotina de preparar para SNK, como acontece nos SCK. Isso faz com que os SCR consigam realizar o SNK em um menor tempo e com menor exposição na CP.

Os SCR possuem câmera com intensificador de imagem (*low light TV*) no periscópio, permitindo que sejam feitas varreduras mais precisas e facilitando a identificação de alvos no período noturno, dando mais segurança ao operador.

O SCR foi projetado para ter capacidade de comunicação satelital na CP, além da possibilidade de comunicação com estação de terra através de Link de Dados. Em relação ao SCK, o SCR tem maior capacidade de enviar as imagens coletadas em reconhecimento fotográficos para uma estação em terra.

Os SCR permitem o lançamento de 2 agentes de FE através da guarita de salvamento, sem a necessidade de o submarino ir para superfície para fazer o desembarque, essa capacidade advinda com o SCR permite realizar desembarques de agentes mais rápido, com mais segurança e mais discrição do que o desembarque realizado pelos SCK, onde o submarino precisa vir a superfície para realizar o desembarque.

A guarita de salvamento dos SCR, apesar de ser mais estreita que a do SCK e mais difícil de acessar com o traje de escape, permite realizar a manobra de escape do tripulante em um tempo muito inferior ao SCK.

Uma das principais capacidades advindas com a aquisição dos SCR, em relação aos SCK, foi a possibilidade de realizar MAGE de Comunicações. Este sistema foi projetado para identificar e analisar as comunicações eletrônicas do inimigo.

Veremos então a seguir, as conclusões da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado na introdução, o propósito da pesquisa foi verificar como as capacidades dos submarinos brasileiros estão alinhadas com os novos desafios do ambiente marítimo, em especial do Atlântico Sul. Para isso, realizamos um estudo comparativo das capacidades dos submarinos da classe Riachuelo e do submarino da classe Tikuna e a correlação a Estratégia Marítima Brasileira. Verificamos a aderência entre essas capacidades e a estratégia marítima atual. Para alcançar o objetivo, estruturamos nossa pesquisa em cinco capítulos.

Propusemo-nos, após a introdução, a estudar no segundo capítulo os principais desafios do ambiente marítimo desde a década de 1980 até os dias atuais. e a relevância das marinhas estarem sempre prontas para responder a esses desafios cada vez mais complexos.

Em seguida, identificamos como a Estratégia Marítima Brasileira evoluiu para enfrentar os desafios emergentes, incluindo a crescente presença de potências extrarregionais, a proteção das rotas comerciais e a evolução das ameaças como pirataria e crimes transfronteiriços. Discutimos também a importância da cooperação regional e internacional para garantir a segurança e a sustentabilidade no Atlântico Sul.

O terceiro capítulo nos levou ao estudo das principais capacidades das duas classes atuais de submarinos brasileiros, a classe Tikuna e a classe Riachuelo. Detalhamos as inovações tecnológicas introduzidas pela classe Riachuelo, como sistemas de combate avançados, sonares modernos e a capacidade de lançar mísseis, o que nos permitiu constatar algumas semelhanças e diferenças de capacidades de emprego.

De posse dos conhecimentos estudados nos capítulos anteriores, o confronto realizado no capítulo quatro buscou identificar pontos de aproximação entre a estratégia marítima brasileira e a atual capacidade dos submarinos brasileiros para contribuir com essa estratégia.

Vimos que as capacidades de emprego dos SCK estavam alinhadas com os desafios do ambiente marítimo da década do seu lançamento e que as capacidades dos SCR estão alinhadas com os novos desafios.

As questões que colocamos foram: em termos comparativos, como se relacionam as capacidades do submarino classe Tikuna e dos submarinos classe

Riachuelo com os desafios do ambiente marítimo do século 21 e com os documentos estratégicos brasileiros a partir de 2019?

A pesquisa nos permitiu elencar algumas similaridades tais como: os dois submarinos possuem suas capacidades operativas alinhadas com os desafios do ambiente marítimo esperado na década de sua construção e os dois submarinos foram concebidos para o emprego em águas mais afastadas de costa, visando a proteção da imensa porção de águas de jurisdição do Brasil.

Da mesma forma, com relação as singularidades, as novas capacidades de emprego de submarinos, como a possibilidades de utilização de mísseis táticos pelo SCR, que amplia muito seu raio de ataque, possibilitando uma resposta rápida a uma eventual ameaça.

Discorridas as considerações anteriores, podemos concluir que o propósito da atual pesquisa foi alcançado. As capacidades do submarino da classe Tikuna e dos submarinos da classe Riachuelo, embora distintas, apresentam pontos em comum e particularidades que podem aprimorar o emprego de submarinos pela MB.

Ademais, faz-se necessário registrar que os pontos de aderência da pesquisa não esgotam o assunto, diante da crescente necessidade de se contrapor aos novos desafios do ambiente marítimo, cada vez mais complexos, não é possível que MB utilizem apenas de submarinos para se contrapor a esses desafios. É necessária uma modernização dos meios, sendo uma marinha balanceada, com emprego de navios modernos, aeronaves, além de submarinos, capazes de se contraporem rapidamente a uma ameaça.

Como oportunidade para análise futuras, sugerimos a investigação das capacidades de novos veículos subaquáticos não tripulados, como drones submarinos, no que diz respeito aos impactos dessa nova tecnologia e como são capazes de inferir elevados danos ao inimigo com um baixo risco, além de ampliar a área de vigilância a um custo reduzido.

REFERÊNCIAS

BRANCH, Alan. **Global Supply Chain Management and International Logistics**. Editora Routledge, 2008.

BRASIL, Marinha do Brasil. Submarinos (classe Riachuelo). 2024b. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/meios-navais/submarinos-classe-riachuelo>. Acesso em 27 jun 2024.

BRASIL, Marinha do Brasil. Submarinos (classe Tupi). 2024a. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/meios-navais/submarinos-classe-tupi>. Acesso em 27 jun 2024.

BRASIL. Agência Marinha de Notícias. A construção naval de ontem, de hoje e de amanhã. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/construcao-naval-de-ontem-de-hoje-e-de-amanha>. Acesso em: 27 de jun de 2024.

BRASIL. Estratégia de Defesa Marítima (EMA-310). 1ª edição. Brasília, 2023.

BRASIL. Fundamentos Doutrinários da Marinha (EMA-301). 1ª edição. Brasília, 2023.

BRASIL. Livro 100 Anos da Força de Submarinos. Editora Fundação Getúlio Vargas, 2014b.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa (END). Brasília, 2014a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Histórico da participação brasileira em missões da ONU. Disponível em https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/copy_of_missoes-de-paz/historico-da-participacao-brasileira-em-missoes-da-onu. Acesso em 27 de jun 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa. Brasília. 2020b.

CAMINHA, A. **Delineamento da Estratégia: A Estratégia Marítima Brasileira na Década de 1980**. Editora Naval, 1986.

CULLINANE, K. **International Handbook of Maritime Economics**. Editora Edward Elgar Publishing, 2ª edição, 2022.

DE MARTINI, Fernando. Os 100 anos da Força de Submarinos e o Prosub – parte 5. 11 de agosto de 2017. Disponível em <https://www.naval.com.br/blog/2017/08/11/os-100-anos-da-forca-de-submarinos-e-o-prosub-parte-5/>. Acesso em 27 jun 2024

DELGADO, Juan. Argentina lanza operativo contra pesca ilegal china. Disponível em <https://dialogo-americas.com/pt-br/articles/argentina-lanca-operacao-contra-pesca-ilegal-chinesa/>. Acesso em 23 mai de 2024.

ELLEMAN, B. **Piracy and Maritime Crime: Historical and Modern Case Studies. Naval.** Editora War College, 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Disponível em <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/2022/en>. Acesso em 23 mai 2024.

FAURE, M. **Regulating Disasters, Climate Change and Environmental Harm: Lessons from the Shipbreaking Industry.** Editora Edward Elgar Publishing, 2015.

FREEDMAN, Lawrence. **The Falklands War: A New History.** Editora Oxford University, 2005.

HAYTON, B. **The South China Sea: The Struggle for Power in Asia.** Editora Yale University, 2014.

HAYTON, B. Why the South China Sea was turbulent in 2023. Disponível em <https://www.dw.com/en/why-the-south-china-sea-was-turbulent-in-2023/a-67758940>. Acesso em 23 mai de 2024.

IVANOV, Dmitry. **Global Supply Chain and Operations Management: A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value.** Editora Springer, 2019.

LEVINSON, Marc. **How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger.** Editora Princeton University, 2006.

LIND, M. **Maritime Informatics: Additional Perspectives and Applications.** Editora Springer, 2021.

MCNICHOLAS, Michael. **Maritime Security: An Introduction.** Editora Butterworth-Heinemann, 2008.

MEIRELLES, J. **Ameaças à Soberania Marítima: Desafios e Oportunidades no Atlântico Sul.** Editora Marítima, 2022.

MEISEL, F. **Autonomous Ships and the Future of the Maritime Industry.** Editora Springer, 2021.

MURPHY, M. **Petro-Piracy: Predation and Counter-Predation in Nigerian Waters.** Editora World Scientific, 2013.

MURPHY, Martin. **Small Boats, Weak States, Dirty Money: Piracy and Maritime Terrorism in the Modern World.** Editora Columbia University, 2009.

NASSER, Reginaldo. **O Brasil e a Segurança no seu Entorno Estratégico. América do Sul e Atlântico Sul.** Editora IPEA, 2014.

NAVAL GROUP. Submarine Tactical Integrated Combat System - SUBTICS. Disponível em <https://www.naval-group.com/en/systems>. Acesso em 27 jun de 2024.

- OLIVEIRA, Carlos. **Modernização dos Portos**. Editora Aduaneiras, 4ª edição, 2007.
- PINTO, Almeida. **O Brasil no cenário internacional de defesa e segurança**. Ministério da Defesa, 2004.
- POLMAR, Norman. **Cold War Submarines: The Design and Construction of U.S. and Soviet Submarines**. Editora Brassey's, 2003.
- SHIVA, Vandana. **Protect or Plunder? Understanding Intellectual Property Rights**. Editora Zed Books, 2001.
- SONG, Dong-Wook. **Maritime Logistics: A Guide to Contemporary Shipping and Port Management**. Editora Kogan, 2012.
- STOPFORD, M. **Maritime Economics**. Editora Routledge, 3ª edição, 2009.
- TANAKA, Y. **The International Law of the Sea**. Editora Cambridge University, 2ª edição, 2015.
- TILL, Geoffrey. **Sea Power, a Guide for the 21st Century**. Editora Routledge, 2018.
- UNODC. United Nations Office on Drugs and Crime. Disponível em: <https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/frontpage/2019/02/pirataria-e-crimes-em-alto-mar-esto-mais-sofisticados--alerta-unodc.html>. Acesso em 23 mai de 2024.
- VIDIGAL, Armando. **Amazônia Azul: O mar que nos pertence**. Editora Record, 2006.
- WILTGEN, Guilherme. **O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) da Marinha do Brasil**. Disponível em <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/o-programa-de-desenvolvimento-de-submarinos-prosub-da-marinha-do-brasil>. Acesso em 27 jun de 2024.

ANEXO - ENTREVISTAS

A) Entrevista com o CC Rodrigo Baptista Pereira, Chefe do Departamento de Máquinas do Submarino Tikuna, nos anos de 2013 e 2014. Entrevista de pesquisa concedida em 8 jul. 2024.

1) O sistema sonar dos SCK foi projetado para prover uma cobertura sonar contínua. Pode nos explicar como ele funciona e quais são suas principais capacidades?

R: O sistema sonar dos SCK foi projetado para prover uma cobertura sonar contínua, capaz de detectar navios de superfície, submarinos e sonar aerotransportado, bem como torpedos e sonoboias. O sistema atual instalado nos SCK é o AN-BYG, que consiste em diversos sonares integrados, além do Sistema de Direção de Tiro (SDT). O processamento é centralizado e operado a partir de consoles no compartimento de comando.

2) Quais são os principais modos de operação do sonar no SCK?

R: Os principais modos de operação do sonar no SCK são: Sonar Passivo, Sonar Passivo de Interceptação, Sonar Passivo de Distância e Processador de Informações Sonar. Esses modos permitem uma combinação eficaz entre o Sonar, o Gerenciamento de Alvos e o Emprego do Armamento. O Gerenciamento de Alvos conecta dados dos sensores para a Análise do Movimento do Alvo (TMA), apresentando a situação tática com todas as informações disponíveis.

3) Como o SCK utiliza seus tubos de torpedos para o lançamento de minas?

R: O SCK pode utilizar seus tubos de torpedos para lançar minas navais, que são preparadas e programadas para detonar sob condições específicas, como a detecção de uma assinatura acústica. As minas são ejetadas de alguns dos tubos de torpedos e posicionadas no fundo do mar.

4) Pode nos falar sobre a propulsão do SCK e como ela funciona?

R: A propulsão do SCK é diesel-elétrico, combinando motores a diesel e motores elétricos. Os motores diesel geram eletricidade para carregar as baterias e podem fornecer energia para propulsão direta na superfície ou em esnórquel. Submerso, o submarino opera com motores elétricos alimentados pelas baterias, permitindo movimentos discretos.

5) Quais são as especificações dos motores do SCK?

R: O SCK possui 4 motores a diesel, que fornecem aproximadamente 3.000 kW, além de um Motor Elétrico Principal (MEP) de aproximadamente 3.500 kW. Esta configuração permite uma Velocidade Máxima na Superfície de 12 nós e Velocidade Máxima Submerso de 21,5 nós.

6) Qual é a autonomia do SCK?

R: A autonomia do SCK é de aproximadamente 50 dias de operação, com um alcance de até 8.000 milhas náuticas (MN) na superfície a 8 nós e operação submersa por cerca de 50 horas a 4 nós sem necessidade de recarregar as baterias.

7) Pode nos contar mais sobre o torpedo MK-48 utilizado pelo SCK?

R: O SCK utiliza o torpedo MK-48, um torpedo de alta performance projetado para neutralizar uma ampla gama de alvos navais. Ele possui um sistema de guiagem ativo/passivo que permite adquirir e atingir alvos com alta precisão. O torpedo pode receber atualizações de dados de alvo transmitidos pelo submarino via fio de guiagem.

8) Quantos tubos de torpedos o SCK possui e como eles são utilizados?

R: O SCK possui um total de oito tubos de torpedos de 533 mm (21 polegadas) localizados na proa. Esses tubos são usados para lançar torpedos ou minas, permitindo ataques sucessivos e mantendo alta prontidão operacional.

9) Como é feito o carregamento de torpedos no SCK?

R: O carregamento de torpedos no SCK é um processo trabalhoso que envolve desmontar armários, mesas e camas da tripulação para utilizar o elevador de embarque. O torpedo é alinhado com o tubo através de um mecanismo hidráulico, inserido no tubo e fixado com dispositivos de segurança.

10) O SCK pode pousar no fundo do mar?

R: Sim, o SCK pode pousar no fundo do mar, controlando a flutuabilidade e navegação. Isso pode ser feito em áreas com fundo regular, preferencialmente arenoso.

11) Como o SCK gerencia a distribuição de energia elétrica a bordo?

R: O SCK possui um conjunto de disjuntores para alterar o arranjo de baterias e distribuir a energia elétrica. As baterias são organizadas em múltiplos bancos, e os disjuntores permitem a conexão conforme a necessidade operativa.

12) Pode nos falar sobre o sistema de despistadores de bolhas do SCK?

R: O sistema de despistadores de bolhas do SCK reduz a assinatura acústica do submarino, liberando pequenas bolhas de ar ao redor do casco para absorver ondas sonoras de sonares inimigos, diminuindo o eco refletido.

13) O SCK pode operar em ambientes restritos?

R: Sim, o SCK possui uma boa capacidade de operar em ambientes restritos, com um diâmetro tático de aproximadamente 200 jardas.

14) Como é a preparação do SCK para realizar SNK?

R: A preparação para SNK envolve procedimentos de segurança, incluindo o retorno à CP e içar o mastro do SNK para drenar a água do conduto. Este processo aumenta o risco de detecção pelo inimigo.

15) Como funciona o movimento de içar e arriar os periscópios do SCK?

R: O movimento é controlado mecanicamente com sistemas hidráulicos ou elétricos, elevando o periscópio através de um tubo vertical. A altura da lente pode ser ajustada conforme as condições do mar para observações visuais eficientes.

16) O SCK pode realizar desembarque de Forças Especiais (FE)?

R: Sim, o SCK pode realizar desembarque de FE, preferencialmente em áreas afastadas do objetivo para manter a discrição, permitindo que a equipe se aproxime sem alertar o inimigo.

17) Qual a importância da guarita de salvamento no SCK?

R: A guarita de salvamento é fundamental para a segurança da tripulação, permitindo escape seguro e rápido em emergências, mesmo quando o submarino está submerso.

B) Entrevista com o CC Leandro Amaral de Sousa, Imediato do Submarino Humaitá, nos anos de 2022 e 2023. Entrevista de pesquisa concedida em 8 jul. 2024.

1) Quais são as principais capacidades do SCR no que se refere ao sistema de combate?

R: Uma das principais capacidades do SCR é seu sistema de combate, o Submarine Tactical Integrated Combat System (SUBTICS). O grande diferencial desse sistema é o sonar Flank Array, um sonar lateral de baixa frequência que permite ao submarino obter contatos a maiores distâncias.

2) Quais armas o SCR utiliza e como elas são lançadas?

R: O SCR está armado com o sistema de lançamento de mísseis táticos SM-39 Exocet. Esses mísseis podem ser lançados de dois tubos de torpedos enquanto o submarino está submerso.

3) Quais são as vantagens do sistema de lançamento submerso de mísseis SM-39 Exocet?

R: O sistema de lançamento submerso permite ao submarino atacar sem ser detectado, proporcionando uma vantagem significativa. O SM-39 Exocet pode ser utilizado contra diversos alvos de superfície, aumentando a versatilidade e alcance das operações do submarino. Além disso, a capacidade de lançar mísseis de alta precisão reforça a dissuasão e a defesa marítima do Brasil, tornando o SCR uma plataforma de ataque surpresa altamente eficaz.

4) Como funciona o sistema de propulsão do SCR e quais são suas especificações?

R: O SCR é equipado com um sistema de propulsão diesel-elétrico avançado, que inclui motores diesel e motores elétricos, além de baterias de alta capacidade. Ele possui 4 motores a diesel, que fornecem aproximadamente 4.400 kW, além de um Motor Elétrico Principal (MEP) de aproximadamente 2.600 kW. Essa configuração permite que o SCR atinja uma Velocidade Máxima na Superfície de 12 nós e Velocidade Máxima Submerso de 20 nós.

5) Qual é a autonomia do SCR e como ela é alcançada?

R: A autonomia do SCR é de aproximadamente 70 dias de operação, graças ao seu sistema de propulsão diesel-elétrico. Isso permite que o submarino navegue até 7.000 milhas náuticas na superfície a uma velocidade de 8 nós e opere submerso por aproximadamente 80 horas a uma velocidade de 4 nós sem a necessidade de recarregar as baterias.

6) Quais são as características dos torpedos F-21 utilizados pelo SCR?

R: O SCR emprega os torpedos F-21, que são torpedos pesados de última geração desenvolvidos para operações navais modernas. O F-21, projetado pela Naval Group, é conhecido por sua alta velocidade, longo alcance e avançada capacidade de guiagem. Ele pode ser utilizado contra uma variedade de alvos, incluindo submarinos e navios de superfície. O sistema de guiagem do F-21 combina sensores ativos e

passivos, permitindo detectar alvos com alta precisão, mesmo em ambientes complexos e com interferências.

7) Como o torpedo F-21 é controlado e quais são suas capacidades?

R: Uma vez lançado, o torpedo F-21 pode ser controlado via fio de guiagem, permitindo que o submarino transmita dados de atualização ao torpedo durante seu percurso, ajustando sua trajetória para otimizar a probabilidade de impacto. Esta capacidade de comunicação contínua permite ao F-21 adaptar-se a mudanças nas condições do ambiente, como a movimentação do alvo ou a presença de contramedidas. A carga explosiva do F-21 é projetada para causar danos significativos a grandes embarcações, tornando-o uma arma eficiente do SCR.

8) Quantos tubos de torpedos o SCR possui e como eles são utilizados?

R: O SCR possui seis tubos de torpedos de 533 mm localizados na proa. Esses tubos são utilizados para o lançamento de torpedos F-21, além da possibilidade de disparar mísseis. A configuração de seis tubos de torpedos proporciona ao SCR uma capacidade significativa de ataque e defesa, permitindo-lhe realizar operações contra uma variedade de alvos submarinos e de superfície, reforçando sua flexibilidade e poder de fogo em operações de patrulha.

9) Qual é a capacidade de carga de torpedos do SCR?

R: O SCR tem a capacidade de carregar até 18 torpedos F-21 em seus compartimentos de armazenamento e tubos de torpedo. Esses torpedos são distribuídos entre os seis tubos e os racks de armazenamento adicionais, permitindo ao submarino manter um elevado nível de prontidão operacional e flexibilidade em combate. Esta capacidade de carga permite ao SCR realizar uma série de ataques contra múltiplos alvos durante missões prolongadas, sem a necessidade de retornar à base.

10) Como é realizado o carregamento de torpedos no SCR?

R: O carregamento de um torpedo no SCR é um processo que envolve vários passos para garantir a segurança e a prontidão operacional. No entanto, o procedimento ocorre de maneira rápida e eficiente, pois o compartimento de Torpedos é dedicado à movimentação dos torpedos, sem a necessidade de desmontar alojamentos para movimentação do elevador de embarque.

11) Como é a planta elétrica do SCR e quais são suas vantagens?

R: A planta elétrica do SCR é de corrente alternada, o que significa que o submarino possui apenas quatro disjuntores e não precisa de arranjos em série e paralelo de baterias de propulsão e armaduras do MEP. Isso evita manutenções frequentes e possibilidades de avarias. O procedimento requer um conhecimento detalhado dos sistemas elétricos do submarino e é realizado de acordo com protocolos de segurança rigorosos para garantir a continuidade do fornecimento de energia e a segurança da tripulação e do equipamento.

12) Como funciona o sistema de despistadores do SCR?

R: O sistema de despistadores do SCR é uma tecnologia avançada projetada para confundir o sonar inimigo e possibilitar a evasão do submarino. Esse sistema funciona liberando uma cortina de pequenas bolhas de ar ao redor do casco do submarino através de emissores estrategicamente localizados. As bolhas interferem na propagação das ondas sonoras emitidas por sonares inimigos, dispersando e

absorvendo essas ondas para diminuir o retorno do eco e, conseqüentemente, a detecção do submarino. Este sistema é de fácil utilização e disposto externamente ao submarino, sendo lançado através de ar. No entanto, após o lançamento, o despistador só pode ser recarregado quando o submarino retorna à base.

13) Qual é o diâmetro tático do SCR e como isso afeta sua manobrabilidade?

R: O diâmetro tático do SCR é de aproximadamente 500 jardas. A limitada capacidade do Riachuelo de realizar curvas fechadas de maneira eficiente dificulta a manobrabilidade do submarino em águas rasas.

14) Como é feita a preparação do SCR para realizar SNK?

R: A preparação do SCR para realizar SNK envolve várias etapas precisas para garantir a segurança da operação. No entanto, as características do mastro do SNK não exigem muitas ações preparatórias, resultando em uma preparação mais rápida e um menor tempo de exposição do mastro.

15) Quais são as capacidades da câmera com intensificador de imagem do SCR?

R: O SCR possui uma câmera com intensificador de imagem, que é um equipamento avançado utilizado para operações em condições de baixa luminosidade. Isso proporciona uma visão mais clara em condições ruins de luminosidade, permitindo que a tripulação obtenha imagens nítidas em condições de quase total escuridão. A câmera auxilia na navegação, vigilância e identificação de alvos, sendo integrada aos sistemas de observação e navegação do submarino, proporcionando dados visuais críticos para a tomada de decisões durante operações complexas.

16) Como funciona a capacidade de comunicação satelital do SCR e quais são seus benefícios?

R: A capacidade de comunicação satelital do SCR permite que ele mantenha contato com estações de terra e outras unidades navais, mesmo quando operando na CP. O sistema de comunicação satelital utiliza um mastro equipado com antenas especiais que é içado até a superfície para estabelecer um link com satélites de comunicação em órbita. Quando ativado, este sistema pode enviar e receber dados, voz e vídeo através de sinais de rádio de alta frequência que são transmitidos para os satélites e, em seguida, retransmitidos para estações de recepção em terra ou outras unidades navais. O sistema é projetado para ser altamente seguro e criptografado, garantindo que as comunicações permaneçam protegidas contra interceptações inimigas. Além disso, a capacidade de comunicação satelital permite ao SCR operar de forma eficaz em operações conjuntas e coordenadas com outras forças, mantendo uma conectividade constante e segura.

17) Como é realizado o movimento de içar e arriar os periscópios do SCR?

R: O movimento de içar e arriar os periscópios do SCR é um processo controlado mecanicamente, envolvendo sistemas hidráulicos precisos para garantir a operação eficiente e segura. Quando a tripulação deseja usar o periscópio, um comando é dado a partir do painel dos mastros, ativando o sistema hidráulico que eleva o periscópio através de um tubo vertical até que esteja totalmente içado. Uma vez içado, o comandante pode realizar observações visuais da superfície, ajustando a altura do periscópio conforme as condições do mar.

18) Como é realizado o desembarque de Forças Especiais (FE) em imersão no SCR?

R: A possibilidade de realizar desembarque de FE em imersão é uma das principais capacidades do SCR. Em operações que exigem discrição, é possível desembarcar dois militares pela guarita de salvamento, sem que o submarino precise ir à superfície. Isso permite um desembarque muito mais discreto e aumenta a segurança do submarino.

19) Como é a guarita de salvamento do SCR e como funciona o escape dos tripulantes?

R: O SCR possui uma guarita de salvamento bastante estreita e de difícil acesso para o tripulante com traje de escape. No entanto, o tempo para realizar o escape é pequeno, permitindo que os tripulantes possam escapar em um curto período.

20) Como funcionam as Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) do SCR?

R: As Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) de comunicações do SCR são uma das principais capacidades do submarino. Esse sistema foi projetado para interceptar e analisar comunicações e sinais eletrônicos emitidos por outras embarcações e instalações inimigas. Ele funciona através de uma série de antenas e sensores especializados instalados no mastro do submarino, que são capazes de captar uma ampla gama de frequências de rádio e sinais eletrônicos. Quando um sinal é detectado, o MAGE processa e analisa esses dados em tempo real, identificando o tipo de emissão, sua origem e seu conteúdo potencial. Esta capacidade permite ao SCR obter inteligência crítica sobre as atividades e a posição do inimigo, aumentando significativamente a sua consciência situacional.