ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG ENÉAS TADEU FERNANDES ERVILHA

A OBTENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DO SUBMARINO NUCLEAR BRASILEIRO:

um mergulho muito além da Amazônia Azul

CMG ENÉAS TADEU FERNANDES ERVILHA

A OBTENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DO SUBMARINO NUCLEAR BRASILEIRO:

um mergulho muito além da Amazônia Azul

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

Orientador: CMG(RM-1) Cláudio Rogério de Andrade Flôr.

Rio de Janeiro Escola de Guerra Naval 2011

AGRADECIMENTOS

Ao Almirante Obino, pelas inestimáveis referências de estudo obtidas sobre a França; e

Ao CMG (Rm-1) Rogério, por seu precioso tempo e pelas orientações seguras e precisas.

"Há muita surpresas (sic) numa hora de imersão, quando se larga tudo para rumar ao imprevisto e ao perigo. Uma nave que baixa ao fundo mitológico das águas nunca sabe se vai descortinar um paraíso ou um túmulo [...] Essa gente dos F vive unida por um desejo único. O mesmo espírito de sacrifício dá-lhe o feitio místico de umas mãos postas diante de um altar comum. Sentem todos pela vibração do mesmo fio, ao qual se prendem, como campânulas sincronizadas, os cérebros e os corações" (PENALVA, 1934).

RESUMO

A Marinha do Brasil vinha tentando desenvolver seu programa nuclear desde os anos de 1970, embora faltasse uma priorização política para ele, em parte devido a dificuldades orçamentárias. No entanto, desde 2008, com a promulgação da Estratégia Nacional de Defesa e a assinatura de um Acordo de Cooperação com a França, o Presidente Lula criou as condições necessárias para a retomada de projetos destinados à concepção, construção e operação de submarinos de ataque com propulsão nuclear. No entanto, sem a experiência necessária nessa área, os engenheiros brasileiros poderão ter dificuldades para prover esse meio com as características operacionais adequadas, configurando o problema a ser resolvido. A conquista deste objetivo foi baseada na premissa de que há uma relação direta entre essas características e as tarefas que um submarino nuclear de ataque pode desempenhar. Desta forma, foi realizada uma pesquisa que buscou identificar a experiência das Marinhas que passaram pelo processo de projetar e operar tais submarinos: os Estados Unidos, a Rússia, o Reino Unido, a França e a China. A análise das tarefas atribuídas a esses meios e a comparação entre suas capacidades e limitações forneceram um largo espectro de possibilidades de emprego para submarinos de ataque com propulsão nuclear. O próximo passo consistiu na submissão desses possíveis empregos aos objetivos e diretrizes da Política de Defesa Nacional e da Estratégia Nacional de Defesa, resultando em um conjunto de prioridades de emprego para o submarino nuclear de ataque brasileiro. Finalmente, as características operacionais desse submarino foram deduzidas da análise desse conjunto de empregos relacionados. Espera-se que os resultados alcançados proporcionem dados de interesse para os projetistas brasileiros, por terem sido baseados em parâmetros de projetos reais de submarinos nucleares.

Palavras-chave: Marinha do Brasil; submarinos de ataque com propulsão nuclear; características operacionais; emprego de submarinos nucleares de ataque.

ABSTRACT

The Brazilian Navy has long been trying to develop its nuclear program since the seventies, although it lacked political priority, in part due to budgetary problems. Since 2008, however, after issuing the National Defense Strategy and signing a cooperation agreement with France, Brazilian President Lula has set the conditions for the Navy to resume the projects related to the design, construction and operation of nuclear attack submarines. But, with no experience in this particular branch of submarine expertise, there may be significant difficulties for brazilian designers in providing this asset with adequate operational characteristics, which comprise the problem to be resolved. The accomplishment of this goal was derived from the assumed straight relation between these characteristics and the tasks a nuclear attack submarine can perform. As a consequence there was a study of the experience of the navies which went through the process of developing and operating such submarines, i.e., the United States, Russia, United Kingdom, France and China. The identification of the tasks issued to these fleets and the comparison of their capabilities and limitations provided a wide spectrum of employment possibilities for nuclear attack submarines. The next step consisted of submitting this set of tasks to the objectives and guidelines of brazilian National Defense Policy and National Defense Strategy, which has resulted in a subset of prioritized tasks for the Brazilian Navy nuclear attack submarine. Finally, the submarine operational characteristics were depicted from the analysis of these set of tasks. The results achieved are expected to provide valuable data for the brazilian designers, based on real world project parameters.

Keywords: brazilian navy; nuclear attack submarines; operational characteristics; employment of nuclear attack submarines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Os efeitos do perfil de velocidade do som no feixe de raios sonoros	23
Figura 2 -	Evolução do NRI dos SNA norte-americanos e soviéticos durante a Guerra Fria	
	110	
Quadro 1 -	Os primeiros submarinos de propulsão nuclear	35
Quadro 2 -	Empregos contemporâneos de SNA pela USN	45
Quadro 3 -	Empregos contemporâneos de SNA pela MNF	45
Quadro 4 -	Empregos contemporâneos de SNA pela MRU	46
Quadro 5 -	Tendências para os futuros SNA da USN	52
Quadro 6 -	Tendências para os futuros SNA da MNF	53
Quadro 7 -	Diretrizes da PDN relacionadas ao mar	59
Quadro 8 -	Diretrizes da END relacionadas ao mar	61
Quadro 9 -	As prioridades de emprego para o SN-BR	69
Quadro 10 -	Aspectos qualitativos das características operacionais do SN-BR	106
Quadro 11 -	Aspectos componentes da capacidade de ocultação	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIP -Air Independent Propulsion - propulsão independente de ar ARCI -Accoustic Rapid Commercial off the shelf Insertion – inserção rápida de produtos comerciais em equipamentos e sistemas acústicos ASDS -Advanced SEAL Delivery System – Sistema avançado de lançamento de mergulhadores de combate A/S -Anti-submarino ASUW -Anti-Surface Warfare – Guerra antissuperfície ASW -Anti-Submarine Warfare – Guerra antissubmarino C^2 -Comando e Controle CMO-Cota Máxima de Operação CSG -Carrier Strike Group - Grupamento naval de ataque composto de navios nucleados em porta-aviões C-ASUW -Carrier-ASUW – Guerra antissuperfície especializada em atacar grupamentos de navios baseados em porta-aviões C-PEM -Curso de Política e Estratégia Marítimas DBM -Doutrina Básica da Marinha Development Squadron-12 - esquadrão de desenvolvimento de DEVRON-12 táticas para submarinos-12 DPHDM -Diretoria do Patrimônio Histórico e Documental da Marinha EHF-Extra High Frequency – (Faixa de) frequência "extra alta" EMA -Estado-Maior da Armada END -Estratégia Nacional de Defesa EUA -Estados Unidos da América HTGR -High Temperature Gas Reactor – Reator nuclear de alta temperatura resfriado a gás ISR -Intelligence, Surveillance, Reconaissance – (Operações de) "Inteligência, Vigilância e Reconhecimento", ou operações de esclarecimento ISRT -ISR+Targeting – Operações de ISR + "designação de alvos" (apoiar a orientação de armamento de forças amigas contra alvos inimigos) KMT -Kuomintang – Partido Nacionalista Chinês

Linhas de Comunicações Marítimas

LCM -

MAGE - Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica

MDCN - Missile de Croisière Navale – míssil de cruzeiro naval

MNF - Marinha Nacional da França

MRPC - Marinha do Exército da República Popular da China

MRU - Marinha do Reino Unido

MB - Marinha do Brasil

NRI - Nível de Ruído Irradiado

PCC - Partido Comunista Chinês

PDN - Política de Defesa Nacional

PIB - Produto Interno Bruto

PWR - Pressurized Water Reactor – Reator nuclear de água pressurizada

RADAR - Radio Detecting and Ranging – detecção e medição de distâncias por

meio de ondas rádio

RU - Reino Unido

S-ASW - Strategic-ASW - Guerra antissubmarina contra submarinos dotados

de mísseis com ogivas nucleares

SAR - Search and Rescue – "Busca e Resgate", ou prestação de socorro no

mar

SM-39 - Sous-marin-Mer 39 – míssil submarino-superfície 39

SNA - Submarino Nuclear de Ataque

SN-BR - Submarino nuclear de ataque da Marinha do Brasil

SSBN - Submarino nuclear lançador de mísseis balísticos dotados de ogivas

nucleares

SSGN - Submarino nuclear lançador de mísseis de cruzeiro

TLAM - Tomahawk Land Attack Cruise Missile – "Ataque à terra com míssil

de ataque de cruzeiro Tomahawk"

UAV - Unmanned Aerial Vehicle - veículo aéreo não tripulado

UHF - *Ultra High Frequency* – (Faixa de) frequência "ultra alta"

UUV - Unmanned Underwater Vehicle - veículo submarino não tripulado

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USN - United States Navy - Marinha dos Estados Unidos da América

USS - United States Ship - "Navio dos Estados Unidos". Sigla que designa

os meios navais da USN

SUMÁRIO

1	INTRODUÇAO	.11
2	A IMPORTÂNCIA DO SUBMARINO PARA UMA MARINHA	14
2.1	O que diferencia o submarino dos demais meios navais?	15
2.1.1	Aspectos da detecção de submarinos pelo radar	18
2.1.2	Aspectos da detecção de submarinos pelo sonar	22
2.2	O suposto dilema entre submarinos convencionais e os de propulsão nuclear	26
3	A IMPORTÂNCIA DO SUBMARINO NUCLEAR PARA UM PAÍS	.32
3.1	Antecedentes dos submarinos nucleares e a tradição da transferência de tecnologia	32
3.2	O período da Guerra Fria	33
3.3	A adaptação dos submarinos nucleares de ataque à nova ordem mundial	45
3.3.1	O caso chinês	48
3.4	Considerações adicionais sobre o emprego de submarinos nucleares de ataque	
3.5	Os submarinos nucleares de ataque das próximas décadas do século XXI	52
3.6	Os possíveis empregos vislumbrados para o submarino nuclear brasileiro	55
4	O SUBMARINO NUCLEAR A SERVIÇO DOS INTERESSES NACIONAIS	56
4.1	A política e a estratégia	56
4.1.1	Aspectos da Política de Defesa Nacional relacionados ao Poder Naval	58
4.1.2	A Estratégia Nacional de Defesa como um fator determinante para a construção de u Poder Naval alinhado com a PDN	
4.2	Os possíveis empregos do SN-BR em proveito dos interesses nacionais	
4.2.1	A aderência dos empregos vislumbrados à doutrina da MB	
4.2.2		
5	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DESEJÁVEIS PARA O SN-BR	71
5.1	Conceitos e definições	71
5.2	As características operacionais desejáveis do SN-BR	
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A – Os possíveis usos dos submarinos nucleares de ataque	90
APÊNDICE B – O atendimento dos interesses nacionais por um submarin nuclear de ataque	o 96
APÊNDICE C – Os possíveis empregos do SN-BR submetidos à doutrina o MB	
APÊNDICE D – Características operacionais desejáveis para o SN-BR	. 104
APÊNDICE E – Parâmetros das características operacionais desejáveis para o SN-BR	. 134

1 INTRODUÇÃO

Em paralelo à aquisição, no exterior, e início da construção, no País, de submarinos convencionais, nas décadas de 1970 e 1980, a Marinha do Brasil (MB) deu início ao seu Programa Nuclear, visando o domínio do ciclo desse tipo de combustível, o projeto de um reator de propulsão nuclear e o projeto de construção de submarinos, convencionais e nucleares. Em que pese a importância vislumbrada desta iniciativa, que permitiria ao País aproveitar o arrasto tecnológico decorrente desse processo para seu próprio desenvolvimento, em várias áreas do conhecimento, a trajetória de transição do Brasil para uma economia significativos aos estabilizada impôs óbices orcamentos da Marinha, limitando substancialmente sua capacidade de investimento. Será mostrado, ao longo deste trabalho, que um programa dessa magnitude requer um comprometimento no mais alto nível político para lograr êxito.

Esse comprometimento foi sinalizado em 2005, com a promulgação da Política de Defesa Nacional, que pavimentou um importante caminho para o entendimento da necessidade de um setor de defesa compatível com o grau de desenvolvimento do próprio País. Os objetivos e diretrizes traçados permitiriam, a partir de então, consolidar as necessidades desse setor. Em continuidade a esse documento, a Estratégia Nacional de Defesa, promulgada em 2008, orientou, de forma específica, a consecução dos projetos e a construção de submarinos convencionais e de propulsão nuclear pela MB, configurando um verdadeiro salto estratégico (AMARAL, 2010), provavelmente sem precedentes na história do Brasil.

A assinatura do Acordo de Cooperação pelos Presidentes do Brasil e da França, em 2008, oficializou esse ambicioso programa, ao contemplar, entre vários aspectos, a transferência de tecnologia na área de projetos de submarinos. Em decorrência, a Marinha terá

que discutir com engenheiros e técnicos franceses os parâmetros do projeto de um submarino de ataque com propulsão nuclear que atenda às necessidades estratégicas do País. Ocorre que, sem experiência ou doutrina com a operação desse tipo de submarino, a definição de suas características operacionais, que irão conferir à plataforma suas capacidades e limitações, apresenta uma série de opções, cujos limites seriam: por um lado, confiá-la totalmente ao assessoramento francês; e, no outro extremo, estabelecê-la somente a partir da própria experiência com os submarinos convencionais, tentando adaptar a doutrina existente ao novo meio a ser incorporado. O presente trabalho buscará propor uma forma de não adotar nenhum desses extremos para a solução do problema, pois a primeira alternativa poderá não atender integralmente aos interesses específicos do caso brasileiro, enquanto, no outro extremo, estaria prejudicada pela necessidade da extrapolação de conceitos conhecidos, mas de aplicação apenas teórica, a uma nova realidade. O caminho escolhido para permitir indicar as características operacionais desejáveis para o submarino nuclear nacional parte da premissa de que há uma relação direta entre essas características, que, conforme mencionado, definem as capacidades e limitações desse meio, e os empregos atribuídos a ele. A partir daí, o trabalho desenvolve-se em várias etapas.

No capítulo 2, contextualiza-se o submarino como um meio naval diferenciado, capaz de propiciar uma vantagem militar decisiva em conflitos no mar. Além disso, são abordados alguns aspectos referentes a submarinos convencionais e de propulsão nuclear.

No capítulo 3, são identificados os empregos atribuídos aos submarinos nucleares de ataque ao longo do tempo, a partir da experiência dos países que desenvolveram e operam esses meios: os EUA, a Rússia, o Reino Unido, a França e a China.

Na sequência, o capítulo 4 aborda o processo de formulação dos interesses nacionais, identifica-os e submete os potenciais empregos descritos no capítulo anterior a eles, obtendo, como resultado, de forma priorizada, o conjunto de empregos a serem atribuídos ao

submarino nuclear brasileiro. Adicionalmente, é verificada a aderência desses empregos à doutrina em vigor na MB.

Finalmente, o capítulo 5 deduz as principais características operacionais a serem consideradas para o projeto de um submarino nuclear próprio, não só a partir da experiência dos citados países, mas também considerando aquelas mais importantes, em decorrência da priorização de empregos proposta no capítulo anterior. Espera-se que os resultados alcançados proporcionem dados de interesse para os projetistas brasileiros, por terem sido baseados em parâmetros de projetos reais de submarinos nucleares de outras Marinhas.

2 A IMPORTÂNCIA DO SUBMARINO PARA UMA MARINHA

A Estratégia Nacional de Defesa (END), promulgada pelo Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008, representa "o vínculo entre o conceito e a política de independência nacional, de um lado, e as Forças Armadas para resguardar essa independência, de outro" (BRASIL, 2008). Segundo esse documento, as vastas dimensões das fronteiras a serem protegidas, agravadas pela limitação de meios, tornam a mobilidade estratégica, definida como a capacidade de se chegar rapidamente ao teatro de operações, uma diretriz prioritária. Para tal, aduz que a tecnologia representa um elemento fundamental para promover a composição de forças, mesmo limitadas em número, aptas para estarem presentes quando e onde necessário. Ao tratar da Marinha, a END estabelece que, em relação às tarefas básicas do Poder Naval de negação do uso do mar, de controle de áreas marítimas e de projeção de poder, a MB deverá priorizar a primeira (BRASIL, 2008). É importante ressaltar que a premissa implícita é a de que qualquer estratégia, para ser exequível, deve considerar os recursos disponíveis para sua consecução. Assim, sem desconsiderar a importância de um Poder Naval balanceado, no longo prazo, esse documento entende que a MB correria o risco de ser medíocre no cumprimento de todas as tarefas, se aceitasse dar peso igual a todas. Dessa forma, avalia que assegurar os meios para negar o uso do mar a qualquer concentração de forças antagônicas que se aproximem por via marítima deve ser a prioridade da Marinha. Para esse objetivo, foi estabelecido que o Brasil contará com uma força de submarinos de envergadura, composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear. Adicionalmente, estabelece que esses submarinos deverão ser armados com mísseis, bem como devem possuir tecnologias cibernéticas para navegação e guiagem de seus sistemas de

¹ Poder Naval: "componente militar do Poder Marítimo, capaz de atuar no mar e nas águas interiores, visando contribuir para a conquista e a manutenção dos objetivos identificados na Política de Defesa Nacional". Poder Marítimo: "capacidade resultante da integração dos recursos de que dispõe a Nação para a utilização do mar e das águas interiores" (BRASIL, 2004, p. 1-1).

armas e que lhes possibilitem atuar em rede com as outras forças navais, terrestres e aéreas (BRASIL, 2008). O relacionamento entre a tarefa de negar o uso do mar e os submarinos é ainda mais evidenciada no seguinte trecho da END:

Em amplo espectro de circunstâncias de combate, sobretudo quando a força inimiga for muito mais poderosa, a força de superfície será concebida e operada como reserva tática ou estratégica. Preferencialmente, e sempre que a situação tática permitir, a força de superfície será engajada no conflito depois do emprego inicial da força submarina [...] (BRASIL, 2008, p. 22).

Assim, a END, ao traduzir o conceito político de independência nacional, dentro de um amplo espectro da conjuntura político-estratégica, estabeleceu que, dentre as tarefas básicas do Poder Naval, a negação do uso do mar é a mais prioritária. Adicionalmente, para o cumprimento dessa tarefa, sob quaisquer condições adversas, elencou o submarino como o meio ideal para cumpri-la. Finalmente, para atender às necessidades de conferir mobilidade estratégica à força de submarinos e de substituir a quantidade pela qualidade, por meio de um salto tecnológico, o submarino de propulsão nuclear surge como decorrência natural. Nesse sentido, caberia uma investigação para analisar as premissas que se colocam: por que o submarino é o meio ideal para a negação do uso do mar? E em que aspectos o submarino de propulsão nuclear seria uma solução melhor do que o convencional, a ponto de justificar os esforços necessários para a sua obtenção?

2.1 O que diferencia o submarino dos demais meios navais?

O submarino, como um conceito colocado em prática, poderia ser atribuído a três países e aos seguintes autores, por volta de 1850, antes mesmo de Júlio Verne ter escrito seu clássico "Vinte mil léguas submarinas", em 1870: S. K. Dzhevetsky e I. G. Bubnov, da Rússia; John P. Holland e Simons S. Lake, dos Estados Unidos da América (EUA); e Gustave Zede, da França (BREEMER, 1989, p. 7). Na verdade, há registros de que o inventor norte-

americano Robert Fulton tentou vender a ideia de um "navio submarino" para o Primeiro Lorde do Almirantado britânico, em 1804, sem sucesso. A então maior potência marítima do planeta fez o que pôde para desqualificar e desencorajar o uso do submarino por qualquer Marinha, pois ele quebrava a lógica da batalha naval, que era a de um poder naval superior localizar e destruir a esquadra inimiga. No mar, ao contrário das batalhas terrestres, não havia como o mais fraco tirar vantagem do terreno para defender uma posição. Assim, a receita de um poder naval superior era a de reunir uma frota poderosa, concentrá-la e destruir seus inimigos no mar (WALTERS, 1975). Nesse sentido, a ideia de um submarino representaria a possibilidade de um elemento de um poder naval inferior poder deslocar-se impunemente nas proximidades de uma esquadra inimiga, fora do alcance de seus canhões, e infligir danos consideráveis a seus navios.

Embora a complexidade tecnológica envolvida para colocar em prática o sonho de Júlio Verne tenha suscitado dúvidas quanto ao real valor militar do submarino, várias Marinhas realizaram investimentos em seu desenvolvimento. Assim, um ano antes da Primeira Guerra Mundial, em 1913, havia cerca de 150 submarinos em operação no mundo, sendo a França o país que tinha a maior frota de submarinos, com 90 unidades (BREEMER, 1989). Nessa época, o submarino era considerado uma arma "insatisfatória", por várias razões: a necessidade de dois tipos de planta propulsora, uma para a superfície e outra para imersão, impedia a alocação de espaço para carga e habitação (WALTERS, 1975); e as baterias duravam cerca de 45 minutos (BREEMER,1989), representando uma baixa autonomia em imersão, a uma velocidade máxima de 10 nós, requerendo grandes períodos de recarga na superfície (WALTERS,1975). Mesmo assim, esses "submersíveis" assombraram os planejadores navais e os governos de vários países, ao longo da primeira e segunda guerras

² Vários autores denominam os submarinos convencionais com baixa autonomia em imersão de submersíveis, em alusão ao fato de que esses meios seriam navios de superfície na maior parte do tempo, podendo, eventualmente, submergir para o cumprimento de suas tarefas, desde que por tempo limitado. O "habitat" desses meios seria a superfície, em contraposição aos submarinos (Nota do autor).

mundiais. No entanto, em um balanço geral, vários analistas avaliaram que os submarinos da Primeira Guerra Mundial não se mostraram decisivos e argumentaram que ele não poderia substituir os navios capitais, na medida em que seriam incapazes de conquistar e manter o controle de áreas marítimas. Adicionalmente, previram que o desenvolvimento de contramedidas antissubmarinos iriam "inevitavelmente" anular suas capacidades em futuros conflitos (BREEMER, 1989, p. 44).

Os historiadores podem alegar a confirmação ou a negação das previsões acima, a partir dos resultados alcançados pelos submarinos na Segunda Guerra Mundial. Isso porque, mesmo com alguns pequenos avanços tecnológicos, os submarinos continuaram a ser considerados submersíveis. Não obstante o quase colapso das linhas de comunicação marítimas (LCM)³ dos aliados, imposto pelos "U-boot", a invenção do radar, as patrulhas aéreas noturnas e a quebra do sigilo das comunicações alemãs pelos aliados impediram, mais uma vez, que os submarinos fossem decisivos nesse conflito (SHEFFIELD, 2010). Por outro lado, segundo Breemer (1989), Winston Churchill classificara a vitória aliada contra os submarinos alemães, ao final da Segunda Guerra Mundial, como a de uma acirrada disputa. Os analistas ocidentais, ao contrário do que ocorrera ao final da Primeira Guerra Mundial, passaram a ter a convicção de que a próxima batalha contra os submarinos seria ainda mais difícil. Em 1946, o Comandante de Operações Navais da Marinha dos Estados Unidos da América (USN), Almirante Nimitz, afirmou, em um relatório secreto, que as forças antissubmarino existentes não teriam como enfrentar os submarinos do futuro com o mesmo grau de sucesso obtido ao final da Segunda Guerra Mundial. Esse relatório, bem como um outro, da mesma época, que concluía que as esquadras seriam ineficazes contra os novos submarinos, foram baseados na constatação de inovações sem precedentes nos submarinos

³ O termo linhas de comunicações marítimas refere-se ao tráfego de suprimentos efetuado por via marítima, com a utilização de navios mercantes (Nota do autor).

⁴ "U-boot" é a designação dada aos submarinos alemães, remetendo ao conceito de "barco submersível" (Nota do autor).

alemães tipo XXI, capturados no pós-guerra. Apesar de 118 unidades terem sido construídas entre 1944 e 1945, só duas se fizeram ao mar, para a sorte dos aliados. Projetados para navegar e disparar torpedos em imersão durante toda a patrulha, graças à incorporação do esnórquel⁵ e de baterias mais robustas, os submarinos podiam atingir até 16 nós em imersão e navegar nessa condição normalmente, em modo silencioso, a cerca de 6 nós. Essa revolução tecnológica foi compartilhada tanto pelos EUA quanto pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), que receberam várias unidades desses submarinos como espólio de guerra, influenciando de forma marcante os projetos seguintes das duas Marinhas (BREEMER, 1989, p. 78-79). Para entender a preocupação de Churchill e Nimitz, quanto à invenção do esnórquel e o consequente aumento do tempo em que o submarino poderia ficar mergulhado, mesmo em face dos avanços obtidos na guerra antissubmarino, serão abordados alguns aspectos teóricos e práticos sobre o radar e o sonar, a seguir.

2.1.1 Aspectos da detecção de submarinos pelo radar

O termo Radar é um acrônimo para a expressão *RAdio Detection And Ranging*, que poderia ser traduzida como "detecção e medição da distância (por intermédio de ondas) rádio". Sua finalidade é detectar objetos de interesse, utilizando um transmissor de sinais rádio e uma antena de feixe estreito ou de varredura, a qual emite sinais e recebe o eco de seus alvos em direções conhecidas. A medição do lapso de tempo entre a transmissão do sinal e a recepção do eco provê a informação de distância. Com essas informações, a posição do objeto é conhecida (BRIGGS, 2004).

Esnórquel é um procedimento pelo qual o submarino consegue carregar suas baterias enquanto mergulhado, operando seus motores diesel, que obtêm o ar necessário para a combustão da mistura ar-combustível por intermédio de um mastro de admissão de ar, exposto poucos metros acima da superfície, chamado de mastro do esnórquel (Nota do autor).

As ondas rádio representam uma faixa de um amplo espectro de ondas, chamadas de ondas eletromagnéticas. Uma característica marcante dessas ondas é a de que elas se propagam idealmente no vácuo, ao contrário das ondas sonoras, que são mecânicas e precisam de um meio para se propagarem. De acordo com Miguens ([1999?]), é possível considerar que, quanto mais denso for um meio, maior a vantagem das ondas sonoras e, quanto menos denso, maior a vantagem das ondas eletromagnéticas. Assim, enquanto, sob a superfície do mar, o uso das ondas sonoras é muito vantajoso, na atmosfera o domínio é das ondas eletromagnéticas.

Cada faixa do espectro apresenta características distintas, prestando-se a diferentes aplicações. As radiofrequências utilizadas pelos radares são as das faixas de UHF, SHF e EHF⁶ (MIGUENS, [1999?]). Essa escolha decorreu de um longo processo de aperfeiçoamento do radar, desde seus primórdios, quando a tecnologia das ondas curtas de rádio dos anos de 1930 permitiu experimentos de seu uso para a detecção de objetos. No entanto, a teoria estava muito distante da prática, impedindo a obtenção de resultados satisfatórios (BRIGGS, 2004).

Alguns anos mais tarde, durante a Segunda Guerra Mundial, devido à ação dos submarinos alemães, o tráfego mercante britânico estava seriamente ameaçado de um colapso. A quantidade de navios torpedeados e afundados era maior do que a capacidade de reposição aliada. Nesse contexto, medidas efetivas antissubmarino tornaram-se críticas, favorecendo o desenvolvimento do radar. Assim, a partir de 1943, esse equipamento permitiu a detecção de submarinos alemães na superfície, tornando-os alvos fáceis para navios e aeronaves, revertendo a situação em favor dos aliados (SHEFFIELD, 2010).

⁶ UHF, SHF e EHF – frequências "ultra-altas", "super altas" e "extra altas", respectivamente (HF – *High Frequency*). As frequências dessas faixas vão de 300 MHz a 300.000 MHz, cujos comprimentos de onda variam de 1m a 0,1cm (MIGUENS, [1999?]).

A contramedida deixada pelos alemães para o pós-guerra foi a invenção do esnórquel, conforme mencionado anteriormente, permitindo que os submarinos pudessem permanecer mergulhados, expondo apenas pequenas pontas de mastro acima da superfície do mar, enquanto seus diesel-geradores obtinham o ar necessário para seu funcionamento, utilizando o mastro do esnórquel. Essa invenção passou a explorar a limitação física da utilização do espectro eletromagnético pelos radares. Essa pequena área de exposição dos mastros, acima da superfície da água, passaria a se confundir com as reflexões das ondas do mar nos receptores radar, bem como dificultaria a detecção visual por aeronaves. O princípio físico envolvido é o de que, na faixa possível de utilização do espectro eletromagnético para a finalidade de detecção radar, a superfície do mar funciona tanto como um espelho, refletindo as ondas incidentes, como uma esponja, absorvendo parte da energia da frente de onda (MIGUENS, [1999?]). As ondas do mar acentuam ainda mais esses efeitos, gerando ecos falsos nos receptores radar e reduzindo o alcance efetivo de detecção (ASW, [199-?]). Assim, como uma decorrência da física, a detecção radar de um submarino na cota periscópica⁷ passaria a ser improvável e, uma vez mergulhado, impossível.

Em consequência, a exploração do espectro eletromagnético no campo da guerra antissubmarino buscou capacitar os radares para poderem discriminar as mínimas áreas expostas dos mastros dos submarinos acima da linha d'água. Nesse campo, houve sensíveis avanços na tecnologia dos radares, tais como a possibilidade de variar as frequências de transmissão, as velocidades de varredura, as larguras de pulso e os métodos de processamento dos sinais, resultando no aprimoramento da capacidade de detecção de periscópios e mastros dos submarinos (ASW, [199-?]). Por outro lado, também foram desenvolvidos sensores

A expressão "cota periscópica" refere-se à condição em que um submarino está navegando totalmente mergulhado, mas em uma profundaidade tal que parte de seu periscópio e de um ou mais mastros estejam acima da superfície da água. Essa condição é necessária para o carregamento de suas baterias (esnórquel), atualização de sua posição geográfica nas cartas de navegação, comunicações ou observação visual de objetivos. Nessa condição, seu equipamento MAGE consegue detetar a presença de radares (Nota do autor).

passivos, capazes de detectar as emissões desses radares e, instalados nos submarinos, passaram a prover seus comandantes de um alarme prévio, permitindo-os recolher seus mastros expostos antecipadamente à possibilidade da detecção por radares inimigos. Esse sensor é conhecido como equipamento MAGE⁸. Nesse confronto, mais uma vez, a vantagem é favorável aos submarinos. Isso porque a frente de onda radar sofre dispersão e atenuação⁹ em seu caminho de ida e de volta à fonte emissora, enquanto a antena MAGE capta o sinal dessa fonte na metade do caminho. Em consequência, o sinal transmitido por um radar que incide nas áreas expostas do submarino (sendo detectado pelo MAGE), além de determinada distância, não terá energia suficiente para gerar um eco no receptor radar¹⁰. Isso permite ao submarino abandonar a cota periscópica antes de ser detectado.

Embora essa vantagem persista até os dias atuais, existe uma utilidade para o uso do radar contra o submarino. Dado que a ocultação é sua grande arma, a presença de radares nas proximidades não o permitirá permanecer na cota periscópica, o que significa que o uso do esnórquel para recarregar suas baterias é impeditivo. Além disso, uma das funções do esnórquel é permitir a renovação do ar atmosférico a bordo, existindo um limite acima do qual a falta de oxigênio e a alta concentração de dióxido de carbono serão fatais para a tripulação. Dessa forma, uma das grandes limitações do submarino convencional, na guerra moderna, é diretamente proporcional à capacidade de cobertura radar das forças antagônicas, em sua área de operação. Em última análise, as chances das forças antissubmarino recaem sobre a capacidade de manutenção de um alto grau de cobertura radar nas possíveis áreas de trânsito e

Esse equipamento faz parte do campo da guerra chamada de guerra eletrônica. MAGE significa Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (Nota do autor).

⁹ Devido à dispersão, que é a distribuição da energia em uma frente de onda que se expande, cada vez que a distância dobra, ocorre uma perda entre o dobro e a quarta potência da energia irradiada. A atenuação referese à diminuição da intensidade da onda com a distância. Segundo as leis da Física, essa intensidade varia inversamente com o quadrado da distância (MIGUENS, [1999?]).

Essa é, também, a principal razão pela qual os submarinos raramente utilizam seus próprios radares. Para um submarino, sua capacidade de ocultação representa uma vantagem fundamental que, em princípio, não deve ser colocada em risco por emissões radar próprias (Nota do autor).

patrulha de submarinos. Neste cenário limite, os submarinos convencionais não terão como esnorquear sem se expor à possibilidade de serem detectados.

2.1.2 <u>Aspectos da detecção de submarinos pelo sonar</u>

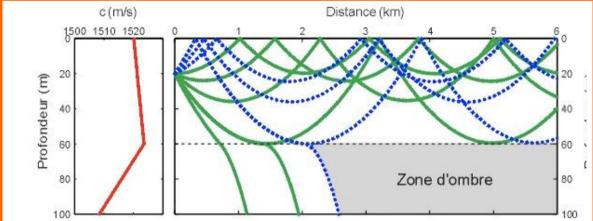
Devido à impossibilidade de se explorar o espectro eletromagnético para a detecção de submarinos mergulhados, o próximo passo da guerra antissubmarino foi na direção de se explorar o espectro acústico. Surgiu, então, o equipamento sonar, que utiliza a energia sonora que se propaga no meio aquático para detectar objetos abaixo da superfície do mar.

A detecção acústica pode se dar de duas maneiras: ativa, quando o sonar emite um sinal que contém uma potência e uma ou mais frequências de onda, de forma a tentar maximizar as chances de seus sinais transmitidos incidirem no submarino e retornarem à fonte emissora; ou passiva, quando se busca colocar um conjunto de hidrofones em uma situação que lhes permita detectar ruídos emitidos pelo submarino.

Para a detecção ativa, um conjunto de transdutores emite um padrão de onda, conforme mencionado acima, por determinado período de tempo, seguindo-se um período de escuta passiva, quando espera-se que os ecos dos obstáculos encontrados retornem à fonte emissora, permitindo a determinação da marcação e distância do alvo considerado. A física do som estabelece que o tempo para um raio sonoro percorrer determinada distância depende da velocidade de propagação desse som no meio considerado que, no caso de se buscar a detecção de um submarino, será a velocidade do som na água. Essa velocidade é dependente de três fatores principais da água: temperatura, salinidade e pressão (MIGUENS, [1999?]; ZETTERBERG, 2008). Ocorre que o ambiente marinho apresenta variações nesses parâmetros, mesmo em pequenas distâncias, afetando a velocidade do som, sendo essas

variações mais significativas no plano vertical. Assim, considera-se que esse ambiente pode ser dividido, em termos de velocidade do som, em camadas, decorrendo a aplicação da lei de Snell, segundo a qual o som irá se deslocar em trajetórias curvas, em direção às camadas de menor velocidade. O feixe sonoro, a partir desses efeitos, pode criar zonas de sombra, onde a intensidade da energia acústica é drasticamente reduzida (MIGUENS, [1999?]; ZETTERBERG, 2008), fazendo com que, na prática, a detecção de submarinos por sonares ativos seja ineficiente, pois os submarinos exploram essas características favoravelmente,

cabendo-lhes, normalmente, a iniciativa das ações, conforme mostra a figura abaixo: c(m/s) Distance (km)



Observação: nesta figura, a fonte emissora encontra-se a 20m de profundidade. Nessa situação, o submarino poderá explorar o plano vertical e posicionar-se na zona de sombra, abaixo de 60m de profundidade e acima de 2,5Km da fonte emissora. Para longas distâncias, o submarino normalmente se posiciona na área mais ensonificada, buscando a detecção enquanto os sinais dos sonares ativos ainda não possuem energia suficiente para refletirem seus ecos com energia suficiente para serem apresentados nos equipamentos das forças Anti-Submarino (A/S).

FIGURA 1: Os efeitos do perfil de velocidade do som no feixe de raios sonoros Fonte: PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 27.

Para se contrapor a essa vantagem, desenvolveram-se sonares ativos que operam em profundidade variável, utilizados por navios e helicópteros antissubmarino. No entanto, pela necessidade de possuírem dimensões reduzidas, para serem suportados por cabos, apresentam significativas restrições quanto ao desempenho, em relação à capacidade de ocultação dos submarinos.

Uma fonte de emissão pode ser um sonar ativo ou mesmo composta pelos ruídos emitidos por motores, geradores, turbinas, máquinas auxiliares, eixos, hélices, ruído de fluxo causado pelo deslocamento de navios e tudo o mais que possa produzir ondas sonoras no mar. A maioria dessas fontes de ruídos, para os navios, são inevitáveis. Assim, o submarino vale-se de seus sensores para detectar seus oponentes, de forma passiva. Analogamente, na tentativa de se reduzir a vantagem dos submarinos, partiu-se para o desenvolvimento de sensores de detecção passiva para uso das forças antissubmarino.

No caso da detecção passiva, dois desafios se apresentam: obter o ruído irradiado pela fonte e localizar sua origem. Na teoria, a solução para a localização da fonte é dada a partir do maior espaçamento possível dos hidrofones entre si, conforme abordado em um estudo publicado por Zetterberg, o que facilitaria a solução do problema. No entanto, o fato do meio de propagação do som ser a água "afeta os sinais de formas complicadas" (2008, p. 18, tradução nossa) pois, de forma oposta à vantagem teórica citada acima, as propriedades da propagação do som na água são significativamente dependentes da frequência (da fonte), cujos efeitos variam quanto maior for a distância entre os hidrofones (ZETTERBERG, 2008, p. 18). Assim, cria-se, na prática, um paradoxo entre a maior distância necessária entre os hidrofones, para a localização da fonte, e os maiores efeitos adversos dessa distância, afetando a detecção em si. Como se não bastassem essas dificuldades, a autora destaca também, como fatores adicionais para dificultar a detecção e a localização de fontes sonoras submarinas em movimento, o comportamento dos raios sonoros, afetados pela interação ocorrida nas fronteiras entre o meio aquático e outros meios que o contém - a superfície e o fundo - onde os raios sonoros serão dispersados e refletidos. No caso de águas rasas, a previsibilidade do comportamento desses raios, provenientes de uma fonte submarina, torna-se ainda mais improvável, devido ao aprisionamento dos sinais de baixas frequências em canais formados

^{11 (}Water as a medium,) affects signals in complicated ways.

entre o fundo e a superfície, decorrente de grandes variações da velocidade do som, mesmo com pequenas variações de profundidade (ZETTERBERG, 2008, p. 18).

Na prática, quando operados adequadamente, submarinos modernos e silenciosos são muito difíceis de serem detectados (mesmo por forças oponentes sofisticadas e muito bem adestradas). Paralelamente, tais submarinos, quando equipados com armamento e sistemas de combate modernos, representam uma grave ameaça às forças de superfície, alvos relativamente fáceis para os submarinos. As razões para esse desbalanceamento não proveem de planejamento ou execução inadequados de exercícios ou adestramentos, falta de recursos ou de qualquer falha administrativa perceptível (embora esses fatores potencializem a dificuldade para essas forças executarem ações A/S). A principal causa dessa assimetria é explicada pela física, cujas leis aplicadas ao meio subaquático conferem uma extrema dificuldade para a condução da guerra antissubmarino (ERICKSON *et al.*, 2007). Como somente o submarino pode explorar o plano vertical, as regiões de sombra mencionadas facilitam a manutenção de sua capacidade de ocultação, de forma relativamente independente das medidas A/S adotadas.

Pelas razões elencadas acima, pode-se estimar uma vantagem militar decisiva no confronto entre submarinos e meios antissubmarino, em geral favorável àqueles. Esse fato pode ser confirmado no trecho a seguir, extraído da estratégia marítima conjunta da Marinha, Guarda Costeira e Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA, para o século XXI:

Há muitos desafios à nossa capacidade de exercer o controle de áreas marítimas, talvez nenhum mais significativo do que o crescente número de países operando submarinos, tanto os mais avançados diesel-elétricos quanto os de propulsão nuclear¹² (COOPERATIVE..., 2007, p.18, tradução nossa).

[&]quot;There are many challenges to our ability to exercise sea control, perhaps none as significant as the growing number of nations operating submarines, both advanced diesel-electric and nuclear propelled".

Assim, estabelecida a importância inquestionável dos submarinos para qualquer poder naval moderno, resta diferenciar os submarinos convencionais dos de propulsão nuclear.

2.2 O suposto dilema entre submarinos convencionais e os de propulsão nuclear

Em meados da década de 90, um repórter da revista "Defence News" teria perguntado ao então Ministro da Marinha do Brasil por que razão o país precisaria de um submarino nuclear (BRANDÃO, 1996). Essa pergunta parece ter se tornado rotineira, a partir de outras semelhantes, abordadas em um dos artigos de capa da revista "Proceedings" (TAYLOR, 2009); e pelo Capitão-de-Mar-e-Guerra (USN) Diego Corral, Adido Militar norte-americano, durante visita oficial dos Adidos militares à Força de Submarinos da MB, em dezembro de 2010¹³. O principal argumento percebido, quanto ao suposto questionamento sobre a real necessidade de um país como o Brasil possuir submarinos de propulsão nuclear, estaria calcado na alegada incoerência existente entre a concepção de emprego defensiva do Poder Naval brasileiro e a natureza dos submarinos nucleares de ataque, que só seriam justificáveis, na visão dos referidos interlocutores, se empregados em áreas muito afastadas de suas bases, em operações ofensivas. Nessa linha de raciocínio, a melhor opção para a defesa de áreas próximas ao próprio litoral seria por meio de modernos submarinos convencionais. Vislumbra-se que esta questão será esclarecida ao longo deste e dos próximos capítulos.

De uma forma abrangente, a grande vantagem do submarino com propulsão nuclear sobre o convencional baseia-se na capacidade virtualmente inesgotável de sua fonte

Adicionalmente, essa questão foi também abordada pelo Contra-Almirante Victor G. Guillory, então Comandante da recém reativada 4ª Esquadra da Marinha dos EUA, em visita à Força de Submarinos, em setembro de 2009; e pelo CMG (USN) Gregory Parker, representante do Comandante da Força de Submarinos da USN, no simpósio de comemoração do 95° aniversário da Força de Submarinos da MB, em julho de 2009. As visitas citadas foram acompanhadas pelo autor, em 2009 e 2010.

de energia, provida por seu reator. Essa fonte é utilizada para manter altas velocidades por tempo indeterminado, tanto para deslocar-se rapidamente para áreas marítimas de interesse, conferindo-lhe a característica de mobilidade estratégica, como para interceptar alvos, acompanhá-los, evadir-se deles ou de seus torpedos. Essa energia é também utilizada para gerar oxigênio, produzir água doce e tantos outros processos que se fizerem necessários, que costumam ser um grande problema para os submarinos convencionais. Além disso, essa energia está disponível o tempo todo, em qualquer cota de operação 14, independentemente das condições meteorológicas. Essas características conferem aos submarinos nucleares uma flexibilidade tática incomparável (ERICKSON et al., 2007, p. 64). Por outro lado, os submarinos convencionais são extremamente silenciosos, competindo em igualdade de condições, nesse aspecto, com os mais avançados submarinos nucleares. Além disso, são menores, mais baratos, de menor complexidade para a manutenção e com um poder de destruição tão letal quanto o dos nucleares (ERICKSON et al., 2007, p. 65).

Conforme visto em 2.1, um grande fator diferencial do submarino, em relação a outros meios navais, é a sua capacidade de ocultação. Uma vez mergulhado, as forças inimigas não têm como saber sua localização. Os sistemas de detecção radar são inúteis, de acordo com os princípios da propagação das ondas eletromagnéticas e os sonares, mesmo os mais avançados, limitados. Assim, cabe ao submarino decidir se, quando, onde e como atacar. Essa capacidade chama-se iniciativa das ações. O exemplo mais recente de uma confirmação prática desse diferencial é o da guerra das Malvinas. Por um lado, a esquadra inglesa despendeu quase a totalidade de seu armamento antissubmarino em falsos contatos submarinos, na busca de um submarino convencional, enquanto o submarino nuclear inglês logrou pleno êxito em negar o uso do mar aos navios argentinos, após o afundamento do "Belgrano". Para alguns analistas chineses, grandes estudiosos da Guerra das Malvinas, a

¹⁴ A expressão "cota de operação" refere-se à profundidade em que um submarino está navegando, em dado momento, medida pela distância entre a superfície da água e a quilha do submarino (Nota do autor).

efetividade dos resultados alcançados pelo submarino nuclear de ataque (SNA)¹⁵ britânico "Conqueror" permitiria afirmar que ele tenha exercido o controle de área marítima no teatro de operações (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 187). Conceitualmente, o controle de área marítima exige mais do Poder Naval do que a negação do uso do mar¹⁶ (BRASIL, 2004). Assim, a Guerra das Malvinas parece abrir a possibilidade de um SNA exercer a tarefa de controlar áreas marítimas contra forças navais desprovidas de grande capacidade de executar operações antissubmarino. Isso porque, enquanto um submarino convencional apresenta grande dificuldade para deslocar-se com rapidez e discrição em sua área de patrulha, levando-o a adotar uma "estratégia de posição", um submarino de propulsão nuclear, ao utilizar-se de sua velocidade e autonomia, pode causar ao oponente uma percepção de ameaça onipresente no teatro de operações, caracterizando uma "estratégia de movimento".

Ao atacar um objetivo militar, o submarino coloca em risco, mesmo que momentaneamente, sua capacidade de ocultação, pois será possível à força opositora estimar, com razoável grau de precisão, a localização da fonte de lançamento do armamento. Nesse momento, a limitada capacidade para um submarino convencional afastar-se em velocidade e permanecer totalmente em imersão após um ataque configura sua maior vulnerabilidade¹⁷, enquanto, mais uma vez, a energia nuclear aumentará significativamente as chances de sucesso de um submarino nuclear em se evadir.

Apesar das discussões que cercam a relação de custo x benefício para uma Marinha possuir um submarino nuclear, o fato é que existem hoje, no mercado, modernos submarinos convencionais disponíveis para venda, tanto diesel-elétricos quanto os dotados de

¹⁵ Atualmente, os submarinos de propulsão nuclear podem ser divididos em: submarinos nucleares de ataque (SNA); submarinos nucleares lançadores de mísseis balísticos dotados de ogivas nucleares (SSBN); e submarinos nucleares lançadores de mísseis dotados de ogivas nucleares e também de mísseis de cruzeiro dotados de ogivas convencionais (SSGN) (Nota do autor).

¹⁶ A negação do uso do mar é "uma tarefa geralmente desempenhada por um Poder Naval que não tem condições de estabelecer o controle de área marítima" (BRASIL, 2004, p. 3-4).

¹⁷ Essa limitação refere-se à limitada capacidade das baterias e à necessidade de renovação do ar atmosférico para a tripulação, conforme já mencionado ao longo do trabalho (Nota do autor).

propulsão AIP¹⁸. Já o mercado dos submarinos com propulsão nuclear não é, em absoluto, aberto. As tecnologias associadas não estão à disposição e é possível notar que há pressões no sentido da manutenção do *status quo* desse clube fechado. Nesse contexto, um estudo divulgado pela RAND *Corporation* relata o esforço realizado pela França, no governo do General De Gaulle, com o envolvimento direto e incisivo do presidente para obter ajuda dos EUA, de forma a receber deste mísseis intercontinentais e tecnologias necessárias para a construção de submarinos nucleares. Até abril de 1962, época da divulgação do documento, somente os britânicos teriam se beneficiado desse tipo de tecnologia. Na realidade, os maiores esforços efetuados pelos norte-americanos foram direcionados para a obtenção da assinatura do maior número possível de países para abdicar de futuras pretensões quanto a tornarem-se potências nucleares (ZOPPO, 1962). Não obstante, as pressões francesas lograram êxito em ter acesso ao projeto norte-americano de um reator nuclear civil, que serviu de base para a adaptação desse projeto às dimensões do submarino de um reator nuclear civil, que serviu de base para a criação de Presidente De Gaulle foi fundamental para prover as condições necessárias para a criação e o desenvolvimento de uma força de submarinos nucleares (ORIGIN..., 2001).

Devido às dificuldades inerentes ao projeto de um submarino nuclear, os fabricantes de submarinos com propulsão AIP alegam que esses meios otimizam o compromisso entre a necessidade de uma autonomia expandida e o relativamente baixo custo de aquisição e de posse, em comparação com os de propulsão nuclear. No entanto, se considerarmos que um SNA pode realizar, normalmente, uma patrulha de 80 dias mergulhado (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 280), e que um submarino com propulsão AIP poderia prescindir

AIP – Air Independent Propulsion, ou propulsão independente de ar. O modo convencional de propulsão, apoiada em motores de combustão interna, obrigam o submarino a esnorquear, de forma a prover uma fonte de ar para a queima nos cilindros desses motores, tal como ocorre em veículos automotores. A propulsão independente de ar provê os elementos necessários à produção de energia sem a necessidade de esnorquear, por um certo período de tempo. Atualmente, a tecnologia permite essa operação por cerca de duas semanas (Nota do autor).

⁽Nota do autor).

19 Entrevista por e-mail concedida pelo capitão-de-corveta Marc Vincent de Paule, submarinista da MNF (mvdp@sfr.fr). Respostas recebidas em 14 jun. 2011.

do esnórquel por cerca de 14 dias, significa dizer que, na realidade, esse submarino será totalmente convencional no período restante, ou seja, durante 82,5% de sua patrulha. Assim, a vantagem dos submarinos com propulsão AIP será tão menor quanto maior for a velocidade requerida para seus deslocamentos, o período e a área marítima a ser patrulhada. Este ponto é apontado em um artigo publicado na "Revista General de Marina" – Espanha - de julho de 1999, quando um oficial da Marinha espanhola afirma que, "em mares fechados, tais como o Mediterrâneo e o Báltico, o submarino com propulsão AIP pode ser suficiente"²⁰ (TREVIÑO-RUIZ, 1999, p. 11). Essa limitação da propulsão AIP pode ser melhor ilustrada em relação a países com um maior entorno estratégico, tais como a China. Em uma entrevista a um periódico militar chinês, em 2000, o projetista chefe do submarino da classe "Han", Huang Xuhua, teria sido perguntado sobre a validade da continuidade do projeto do submarino nuclear, dada a grande evolução nos projetos de submarinos convencionais com propulsão AIP. Tomando como exemplo o sueco "Gotland", Huang declarou que permanecer por duas semanas mergulhado a quatro nós poderia não ´ser adequado para os requisitos de combate`²¹ (tradução nossa), embora tenha ressaltado que esse tipo de submarino seria uma opção tecnicamente adequada para o teatro de operações do Mar Báltico (ERICKSON et al., 2007, p. 187). Assim, embora muito se diga a respeito da propulsão AIP, os submarinos que a possuem ainda são classificados como convencionais, não por coincidência.

É importante destacar que a superioridade do submarino nuclear sobre o convencional será tão mais evidente quanto maior for a ameaça aérea no espaço marítimo sobrejacente à área de operação do submarino. Isso porque, nesse cenário, a necessidade de esnorquear do submarino convencional propiciará alguma chance para sua detecção por meios

²¹ 'be adequate for combat requirements'.

Além de ser de reduzidas dimensões, o Mar Báltico possui uma profundidade máxima de cerca de 450m, sendo considerado um mar de águas rasas, o que limitaria o emprego de um submarino de propulsão nuclear. Por outro lado, a propulsão AIP confere uma capacidade de evasão maior em uma região que apresenta grande densidade de emissões eletromagnéticas, em relação a um submarino diesel-elétrico (Nota do autor).

A/S. Caso o submarino decida não esnorquear, em poucos dias suas baterias se esgotarão e a atmosfera a bordo ficará tóxica. Qualquer das alternativas compromete o valor militar desse meio. Enquanto isso, o submarino nuclear poderá permanecer mergulhado indefinidamente, com energia suficiente para a propulsão e controle da atmosfera, alheio a essa ameaça. Nesse sentido, a análise da importância atribuída aos submarinos de propulsão nuclear pelos países que já os operam poderá ampliar este assunto, ao mesmo tempo em que serão identificadas as possibilidades de emprego de um SNA, um dos objetivos do presente trabalho.

3 A IMPORTÂNCIA DO SUBMARINO NUCLEAR PARA UM PAÍS

Conforme visto no capítulo anterior, os projetos russos e norte-americanos, a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, foram baseados nos submarinos alemães tipo XXI, que traziam inovações tecnológicas importantes, com destaque para os sistemas de esnórquel, de combate e de navegação. Este teria sido o projeto-base para o primeiro submarino de propulsão nuclear do mundo, o USS¹ *Nautilus*, que materializou o sonho de Júlio Verne. A seguir, serão abordados alguns aspectos que contribuíram para o desenvolvimento dos submarinos, até o surgimento dos submarinos com propulsão nuclear.

3.1 Antecedentes dos submarinos nucleares e a tradição da transferência de tecnologia

Os russos poderiam reivindicar grande parte do mérito sobre o desenvolvimento dos submarinos. Em meados de 1850, buscavam desenvolver o que se chamava de "barcos submarinos torpedeiros". Os norte-americanos e franceses também já se dedicavam à construção desses barcos, mas coube aos russos várias inovações tecnológicas, ainda que rudimentares, tais como o periscópio, um sistema de purificação do ar, a construção do casco por seções, um tipo de propulsão de circuito fechado - hoje conhecida como AIP - e emprego de submarinos como vetores de lançamento de minas. Além disso, os russos adquiriram grande experiência em projetos, com encomendas de submarinos à Alemanha e EUA, a partir de 1904 (BREEMER, 1989).

Após a Primeira Guerra Mundial, os alemães teriam capturado pelo menos seis submarinos da Rússia, um deles o "Alligator", de origem norte-americana, modificado com

¹ USS – *United States Ship* – "Navio dos EUA". Esta é a sigla que designa os meios navais da USN (Nota do autor).

tecnologia russa. Relatórios ocidentais de inteligência informavam que os alemães também tiveram acesso aos modernos submarinos russos da classe "Leopardo", assim como os britânicos e franceses (BREEMER, 1989, p. 37-39). Nesse período, cerca de 200 submarinos alemães foram construídos em estaleiros russos, em segredo, devido à proibição do rearmamento da Alemanha, em vigor após a Primeira Guerra Mundial (BREEMER, 1989, p. 52), configurando oportunidade ímpar para uma nova rodada de transferência de tecnologia.

Conforme abordado no capítulo 2, o submarino alemão tipo XXI teria servido como plataforma de referência para os projetos norte-americano e soviético de submarinos nucleares. Assim, de forma ampla, o USS *Nautilus* seria resultante de tecnologias de vários países, pois as trocas de conhecimento foram intensas, desde os primeiros projetos. Sem isso, provavelmente o progresso nos projetos dos submarinos viria de forma muito mais lenta. Mesmo com toda a experiência acumulada, a transição da propulsão diesel-elétrica para a nuclear elevou o grau de desafios tecnológicos a um novo patamar. Dos países citados, os EUA e a então URSS, seguidos pela então Grã-Betanha e pela França, viriam a desenvolver submarinos de propulsão nuclear. Além desses, a China também logrou êxito em tal empreitada. Nesse aspecto, as transferências de tecnologia continuaram a fazer parte das necessidades de conhecimento dos países que se lançaram ao desafio de desenvolver submarinos de propulsão nuclear. O contexto em que esses países tomaram essa decisão e os empregos considerados para os submarinos nucleares de ataque serão abordados a seguir.

3.2 O período da Guerra Fria

Após a Segunda Guerra Mundial, a corrida armamentista entre as duas potências da Guerra Fria foi fortemente influenciada pela percepção das potencialidades intrínsecas do submarino. Da perspectiva soviética, a principal ameaça oferecida pelos EUA seria por

intermédio de assaltos anfíbios² em larga escala, fazendo com que, no teatro de operações marítimo costeiro, fosse criada uma zona de defesa. Na parte mais externa foi estabelecida a meta de se alocar 1200 submarinos (convencionais) em patrulha, seguindo-se anéis de campos de minas, uma zona mais interna com navios da esquadra e, já próximos ao litoral, navios rápidos (BREEMER, 1989, p. 83). Apesar de nunca ter sido colocada em prática e da visão de emprego do Poder Naval ter mudado, os submarinos estiveram entre as maiores prioridades no desenvolvimento da Marinha soviética.

Enquanto isso, a República da China pré-1949, em que pese a experiência de ter utilizado intensamente o mar no século VIII a.C. e de ter sido invadida pelo mar pela Grã-Bretanha, Estados Unidos e Japão, entre os séculos XIX e XX, estava voltada para o interior do país, de onde vinham as ameaças do Partido Comunista Chinês - PCC e dos senhores da guerra (ERICKSON et al., 2007, p. 22-23). A partir de 1949 e nos primeiros anos do governo de Mao Zedong, o novo governo do PCC considerava como principais ameaças os EUA, principalmente depois da guerra da Coreia, quando foram realizados grandes assaltos anfíbios, e a República da China (Taiwan), sob o domínio do Kuomintang – KMT (Partido Nacionalista Chinês). Assim, a China recebeu ampla assistência proveniente da URSS. Em 1953, cerca de dois mil assessores soviéticos ocupavam postos em toda a cadeia de comando chinesa, desde funções a bordo dos navios até o alto comando (ERICKSON et al., 2007).

Para tentar contrabalançar a vantagem norte-americana, obtida pela capacidade de lançamento de ogivas nucleares por aviões bombardeiros, a Marinha e o Exército russos disputavam recursos para desenvolver a capacidade de lançar mísseis intercontinentais balísticos. A Marinha obteve sucesso ao instalar esses mísseis nos submarinos convencionais das classes "Whisky" e "Zulu", na década de 50, causando grande preocupação aos EUA

Assalto anfíbio: ataque lançado do mar, normalmente a partir de um grupo de navios, chamado de Força-Tarefa Anfíbia, sobre litoral hostil ou potencialmente hostil, mediante o desembarque e a conquista de uma cabeça de praia (BRASIL, 2004).

(BREEMER, 1989). Adicionalmente, ao verificar que a produção desses submarinos tinha cessado, em 1957, a inteligência norte-americana alertava para o provável surgimento de um submarino movido a propulsão nuclear soviético. A avaliação era a de que os submarinos nucleares seriam uma opção natural para uma Marinha cuja principal arma ofensiva era o submarino, aduzindo que seus principais empregos seriam o de interditar as LCM e o de destruir objetivos em terra, dos EUA e de seus aliados, por intermédio do lançamento de mísseis contra as bases militares inimigas, principalmente as que abrigavam os porta-aviões norte-americanos (BREEMER, 1989).

A França, por sua vez, que chegara a ser o país líder no campo da física nuclear, antes da Segunda Guerra Mundial, e que já tinha um reator a água pesada, em 1948, enfrentou sérias dificuldades políticas para dar andamento a seu programa nuclear, por conta de comunistas franceses ocupando altos postos governamentais e que, seguindo orientações de Moscou, opunham-se à utilização da energia nuclear (ORIGIN..., 2001). Essa situação mudaria em 1956, após a crise de Suez, levando o país a comprometer-se definitivamente com um programa nuclear independente³.

A corrida pelo desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear ocorreu de forma bastante similar nos EUA e na URSS, conforme mostra o quadro abaixo (BREEMER, 1989):

A operação do canal de Suez era controlada de forma compartilhada por empresas da França e Reino Unido quando, em 1956, o Egito executou uma ação militar, assumindo o controle do canal. Em retaliação, uma força de coalizão composta por Reino Unido, França e Israel preparava-se para invadir o Egito. Durante a crise, a União Soviética ameaçou retaliar essa ação com o uso de armamento nuclear. Os EUA, por sua vez, opuseram-se à invasão, amealhando grande simpatia entre os árabes, sendo seguidos pela desistência dos britânicos. Esse episódio, considerado humilhante pelos franceses, acarretou um sentimento de que a proteção do guarda-chuva nuclear norte-americano estava sujeita a interesses alheios aos dos europeus. A partir daí, o programa nuclear francês ganhou apoio popular e político (ZOPPO, 1962; ORIGIN..., 2001).

QUADRO 1
Os primeiros submarinos de propulsão nuclear

Primeiro submarino de propulsão nuclear	EUA: "Nautilus"	URSS: "Leninsky Komsomol"
Fase de estudos	1945	1947
Projeto preliminar	1947	1953
Batimento da quilha	1952	1955 – 1956
Testes operacionais do protótipo do reator	1952	1952
Comissionamento	1954	1958

No ano do comissionamento do primeiro submarino de propulsão nuclear soviético, foram autorizados os trabalhos com o propósito de dotar a Marinha da China com submarinos de ataque (Projeto 09) e submarinos lançadores de mísseis balísticos (Projeto 05), ambos com propulsão nuclear, embora esse país não possuísse um mínimo de capacitação nas áreas militar, tecnológica ou industrial (ERICKSON *et al.*, 2007). Segundo Cappellano-Sarver, a URSS teria fornecido um reator nuclear de teste aos chineses (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 125). No entanto, muitas dificuldades técnicas surgiram, com destaque para os mecanismos de controle das barras, instrumentação nuclear, instrumentação do reator e gerador de vapor. Além disso, o projeto dos submarinos chineses os obrigaria a realizar mais frequentes imobilizações para reabastecimentos com urânio, em relação aos submarinos norteamericanos (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 84). Essas dificuldades sugerem que as parcerias nessa área requerem capacitação tecnológica de ambos os lados para terem êxito.

Em 1960, com o rompimento de relações entre a China e a URSS, Khrushchev determinou a retirada de seus assessores militares da China. Assim, novamente com a ameaça de uma invasão pelo mar, desta vez proveniente da URSS, houve um comprometimento nacional chinês para a alocação de recursos no desenvolvimento de submarinos com propulsão nuclear, tanto de ataque quanto lançadores de mísseis balísticos (ERICKSON *et al.*,

2007, p. 24). No entanto, dificuldades de toda ordem enfrentadas para avançar nos projetos de submarinos nucleares, agravadas pela falta da assessoria soviética, acarretaram discussões internas no Partido Comunista, levando esses projetos a grandes descontinuidades até 1965, quando voltaram a ter prioridade (ERICKSON et al., 2007, p. 83). Nesse momento crucial de definição quanto ao futuro da Marinha da China, Mao Zedong teria declarado que a China construiria o submarino nuclear "mesmo que levasse 10.000 anos" (ERICKSON et al., 2007, p. 69, tradução nossa). De qualquer forma, as limitações tecnológicas impediram grandes mudanças práticas na Marinha do Exército da República Popular da China⁵ (MRPC) até o final da década de 70, cujas atividades principais consistiam na execução de patrulha naval contra as atividades de pirataria, roubo e imigração ilegal; ações de busca e salvamento; e fiscalização da segurança da navegação (ERICKSON et al., 2007, p. 24). Segundo Godwin, o lançamento dos cinco submarinos do projeto 091, da classe Han, a partir de 1974, pouco mudou essa situação, devido aos problemas enfrentados na manutenção e operação desses meios (ERICKSON et al., 2007, p. 54). Com a posterior reaproximação entre os dois países, McConnaughy cita documentos que evidenciam uma grande parceria com a Rússia na área de projeto e construção de submarinos, convencionais e de propulsão nuclear (ERICKSON et al., 2007, p. 92). Cappellano-Sarver acrescenta que, a partir da década de 1990, a parceria interrompida nos anos 60 teria sido retomada e aprofundada (ERICKSON et al., 2007, p. 125). Além da Rússia, a transferência de tecnologia para a China veio também de outras partes do mundo (ERICKSON et al., 2007), o que foi fundamental para o salto de qualidade de seus submarinos, conforme será visto adiante.

Em 1961, as agências de inteligência ocidentais foram surpreendidas com a constatação de que a URSS estava operando pelo menos três classes diferentes de submarinos

⁴ "if it took 10,000 years".

⁵ As Forças Armadas da China são subordinadas ao Exército (Nota do autor).

nucleares. Isso refletiu uma reorientação estratégica das Forças Armadas soviéticas, cujo foco mudou do Exército para a Marinha (BREEMER, 1989). Uma mudança de tal magnitude, incluindo também uma reorientação da construção naval soviética, direcionada a submarinos, só teria sido possível se proveniente da cúpula da cadeia hierárquica. No caso soviético, o próprio Presidente Khrushchev nomeou o Almirante Sergei G. Gorshov para liderar esse processo (BREEMER, 1989). Os casos da China e da URSS, além da França, comentados anteriormente, demonstram que os grandes desafios impostos a uma Marinha, no que se refere a submarinos nucleares, exigem uma decisão no mais alto nível político para que eles sejam superados. Nesse sentido, o Brasil não é uma exceção, pois o Programa Nuclear da Marinha, da década de 1970, só viria a reunir as condições necessárias para permitir o desenvolvimento do projeto e a construção de um submarino nuclear a partir de uma decisão presidencial, em 2008, com a assinatura do Decreto que promulgou a END (BRASIL, 2008) e do Acordo de Cooperação com a França (BRASIL, 2011).

A essa altura, os franceses já tinham testado sua bomba nuclear na Argélia e, visando estabelecer uma força de dissuasão nuclear, foi iniciado o programa de construção de submarinos lançadores de mísseis balísticos (SSBN), em 1962 (ORIGIN..., 2001).

James Patton, um submarinista norte-americano da reserva, que serviu por 24 anos em sete submarinos e várias organizações militares relacionadas a submarinos, durante o período da Guerra Fria, recorda que, ao final da Segunda Guerra Mundial, os submarinos (convencionais) da USN, especializados em missões de inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR, da sigla em inglês⁶), bem como em destruir o tráfego marítimo japonês, foram vistos como excessivamente dispendiosos para as supostas necessidades futuras do pósguerra (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 271). Assim, ao vislumbrar novas possibilidades de

⁶ ISR – *Intelligence*, *Surveillance*, *Reconnaissance* – Operações de "Inteligência, Vigilância, Reconhecimento", conhecidas, na MB, como operações de esclarecimento (BRASIL, 2004).

emprego dos submarinos para enfrentar a crescente ameaça soviética, foi criado o Esquadrão de Desenvolvimento de Submarinos Doze (DEVRON 12, do acrônimo em inglês⁷), com a tarefa de desenvolver táticas, técnicas e procedimentos, visando tornar a força de submarinos o melhor recurso do país na guerra antissubmarino (ASW, da sigla em inglês⁸). Na prática, os resultados alcançados superaram as expectativas, pois os submarinos da USN foram intensivamente empregados em missões de ASW e de ISR (ERICKSON et al., 2007). No entanto, ainda no início da década de 60, enquanto o DEVRON-12 estudava como obter o melhor rendimento dos submarinos em guerra A/S, a USN os empregava basicamente em ações de guerra antissuperfície (ASUW, da sigla em inglês⁹) (ERICKSON et al., 2007). Na guerra A/S, os submarinos nucleares de ataque operavam em coordenação com os submarinos convencionais, em ações de patrulha de barreira 10 nas regiões entre a Groenlândia, Islândia e Reino Unido (RU), em uma estratégia de contenção dos submarinos convencionais soviéticos, de forma a impedi-los de alcançar águas abertas onde pudessem ameaçar as LCM da OTAN¹¹. Posteriormente, baseada em jogos de guerra, no desenvolvimento de sensores e torpedos, e em atividades de inteligência, a USN concluiu que o melhor rendimento de seus SNA seria obtido empregando-os em águas adjacentes à União Soviética, antes do início das hostilidades (ERICKSON et al., 2007). Nesse cenário, segundo McConnaughy, a tarefa precípua dos SNA norte-americanos, em caso de guerra, passaria a ser a de destruir os SSBN inimigos preferencialmente antes que estes pudessem lançar qualquer míssil balístico. Os estudos e a doutrina sobre a detecção, localização, acompanhamento e destruição de SSBN por SNA, efetuados pelo DEVRON-12, foram concentrados em um novo campo da guerra, chamada de guerra antissubmarinos estratégicos, ou Strategic ASW (S-ASW, da sigla em inglês),

⁷ DEVRON-12 – DEVelopment SquadRON 12.

⁸ ASW – Anti-Submarine Warfare.

⁹ ASUW – Anti SUrface Warfare.

¹⁰ A patrulha de barreira, ou patrulha, é uma tarefa que visa "evitar que um alvo cruze determinada linha de barragem sem ser detetado" (BRASIL, 2004, p. 4-10).

¹¹ OTAN – Organização do Tratado do Atlântico Norte.

incluindo também o uso de imagens de satélites, aeronaves A/S e conjuntos fixos de hidrofones acústicos passivos (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 90-91). Cabe ressaltar que, também no caso da MB, a utilização de jogos de guerra apresentam um grande potencial para emular situações que permitem, de forma contínua, reavaliar e inovar a doutrina.

Com uma grande ajuda dos EUA, obtida no mais alto nível político, incluindo a transferência por venda de um reator nuclear de submarino, o RU lançou seu primeiro SNA, o HMS¹² Dreadnought, em 1963 (HMS..., [199-?]). Projetado para a tarefa principal de executar ações antissubmarino, o *Dreadnought* fez parte de um grupamento de navios para "mostrar a bandeira" ao redor do mundo, em 1973. Em 1977, deslocou-se com duas fragatas para a região das Malvinas, a fim de se contrapor a uma possível invasão das ilhas pelos argentinos. Finalmente, em 1980, deixou o serviço ativo (HMS..., [199-?]). Esse período foi importante para o desenvolvimento de uma capacidade própria dos britânicos, nas áreas de projeto, construção, operação e manutenção de submarinos de propulsão nuclear. Cabe relevar que a principal motivação britânica estaria calcada na percepção da ameaça dos submarinos soviéticos às suas LCM, como uma provável memória das ações dos submarinos alemães durante a Segunda Guerra Mundial (BREEMER, 1989, p. 81). A guerra A/S e, em decorrência, a prioridade para a construção de um SNA seria, portanto, uma maneira visualizada pelo Reino Unido para defender seu tráfego marítimo. A França, por outro lado, devido à crise de Suez ter causado um dilema de segurança para o país, pela constatação de que não poderia contar com terceiros para a defesa de seus interesses, acabou priorizando o SSBN como o vetor para garantir sua própria segurança, por meio da dissuasão nuclear (ORIGIN..., 2001).

¹² HMS – *Her Majesty Ship* – "Navio de Sua Majestade". Esta é a sigla que designa os meios navais do Reino Unido (Nota do autor).

Voltando ao ano de 1963, a crise dos mísseis de Cuba contribuiu para que a Marinha soviética passasse por mudanças significativas durante as décadas seguintes, após a constatação de várias vulnerabilidades de seu Poder Naval¹³. As prioridades em tempo de guerra passaram a ser a negação do uso do mar, S-ASW, a proteção dos próprios SSBN, o lançamento de ataque nuclear, interditar as LCM e proteger as LCM, nesta ordem. Em tempos de paz, a grande prioridade passou a ser mostrar a bandeira ERICKSON *et al*, 2007, p. 25).

O aumento percebido das ações de presença da Esquadra soviética, a partir de então, levou os analistas aliados a acreditar que teria havido uma mudança de concepção do emprego do poder naval russo, passando de um caráter defensivo para o de ofensivo. No entanto, essa análise viria a se mostrar errada, pois a força de submarinos soviética já era empregada de forma ofensiva desde a década de 40 (BREEMER, 1989). Entre 1948 e 1958, uma série de avistamentos de periscópios, submarinos na superfície ou contatos sonar, na costa dos EUA ou localidades de interesse, tais como os utilizados pelos norte-americanos para testes nucleares, revelaram uma intensa atividade de ISR, com o uso de submarinos em uma postura ofensiva, por parte dos soviéticos (BREEMER, 1989).

Os casos de avistamento de submarinos próximos aos litorais aliados praticamente deixaram de ser reportados a partir da década de 60, embora a intensificação das operações de guerra antissubmarino, por parte da USN, tenha demonstrado que aqueles submarinos continuavam suas atividades. Uma das fortes razões para explicar esse "desaparecimento" pode ter sido decorrente da substituição de submarinos convencionais por nucleares para essas ações. Os submarinos nucleares, conforme mencionado no capítulo anterior, não precisam se

A tentativa de instalação de uma base de lançamento de mísseis russos com ogivas nucleares em Cuba desencadeou uma crise sem precedentes, entre os EUA e a URSS. Durante cerca de duas semanas, houve uma percepção generalizada de que seria deflagrado um conflito nuclear entre as duas superpotências. Uma das medidas adotadas pelos EUA foi a declaração de um bloqueio naval em torno de Cuba, que chegou a ser desafiado por navios e submarinos soviéticos. Ao final, os países chegaram a um acordo, pelo qual a URSS desistiu de instalar mísseis em Cuba, em troca da retirada de mísseis norte-americanos da Turquia. O confronto de forças em situação de quase combate teria evidenciado a pujança do Poder Naval norte-americano, em relação ao soviético (Nota do autor).

expor na cota periscópica, tornando-os menos sujeitos a serem detectados. Dessa forma, podese afirmar que, quanto maior for a vigilância em determinada área marítima, maior será a
vantagem comparativa da opção de se empregar um submarino nuclear para o cumprimento
de uma ampla gama de tarefas. No entanto, afirmar que a utilidade dos submarinos nucleares
está intrinsecamente associada a operações ofensivas próximas a litorais de outros países é
apenas parte de um conceito mais amplo: o de que esses submarinos podem permanecer
ocultos, mesmo quando as forças antagônicas detêm um alto grau de controle sobre uma
determinada área marítima, esteja ela próxima ao litoral do próprio país ou de um outro
qualquer.

Sob o ponto de vista dos analistas norte-americanos, os SNA russos seriam designados para operar em oposição aos SNA (ASW), SSBN (S-ASW) e grupos de batalha nucleados em porta-aviões (C-ASUW), em zonas mais afastadas do litoral (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 59).

A partir da constatação pelos serviços de inteligência ocidentais acerca dos desenvolvimentos obtidos pelos russos nas áreas de sensores e armamento, na década de 60, foi possível aos analistas concluírem, e posteriormente confirmarem, a reorientação da principal tarefa dos submarinos nucleares de ataque soviéticos: caçar e destruir os SSBN norte-americanos (S-ASW) (BREEMER, 1989, p. 107). Esta associação entre as capacidades incorporadas e o emprego do submarino baseia-se na necessidade de sonares e torpedos mais complexos para serem utilizados contra submarinos, evidenciando uma relação biunívoca entre as características operacionais e os possíveis empregos de um submarino, que contribui para sustentar a hipótese adotada para o presente trabalho. Mesmo assim, devido à inferioridade dos SNA soviéticos, em comparação com os da USN, esses meios teriam sido redirecionados para outras tarefas (BREEMER, 1989, p. 133).

O movimento argentino, antevisto pelos britânicos em 1977, acabou ocorrendo em 2 de abril de 1982, quando, após assumir o controle das ilhas Geórgia do Sul, tropas da Argentina desembarcaram nas Malvinas. No dia 12 de abril, o SNA britânico *Spartan* foi o primeiro meio a chegar à cena de ação, tendo desenvolvido uma velocidade média superior a 20 nós, desde RU, seguido pelos SNA *Splendid* e *Conqueror*, que chegaram entre 18 e 19 de abril. Até o dia 14 de junho, data da retomada do controle das ilhas, os SNA britânicos foram empregados em tarefas de ASUW, inteligência e operações especiais (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 75-76). Conforme visto anteriormente, após o afundamento do Cruzador argentino *Belgrano*, torpedeado pelo *Conqueror*, especialistas afirmam que os SNA executaram o controle de áreas marítimas, uma das tarefas básicas do Poder Naval, extrapolando as expectativas iniciais de negar o uso do mar ao inimigo. De qualquer forma, a presença de SNA na área causou um indubitável efeito dissuasório na Marinha argentina.

A partir de 1983, a França passou a contar com submarinos nucleares de ataque, que se juntaram aos cinco SSBN então existentes. Apesar do principal emprego vislumbrado para os SNA franceses ser o de apoiar e proteger os SSBN, as qualidades acústicas e os meios de detecção disponíveis dos primeiros submarinos somente permitiam a realização de ações de ASUW. De qualquer forma, a experiência adquirida em exercícios multinacionais e as informações que passaram a ser compartilhadas com países aliados permitiram à Marinha Nacional da França (MNF) estudar e melhorar as características operacionais de seus meios. É importante destacar que a inclusão da França nesse clube fechado foi atribuído à importância que sua Marinha adquiriu, junto a seus aliados, com a incorporação de seu SNA. Assim, a partir do quinto submarino, o *Améthyste*, os SNA da MNF passaram a estar qualificados para executar operações antissubmarino, necessárias para prover uma proteção adequada a seus SSBN (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 14-16).

Em 1987, cinco SNA russos teriam efetuado patrulhas coordenadas na costa leste dos EUA, entre Connecticut e Virginia, de acordo com relatórios da USN. Segundo Breemer, essas ações poderiam revelar as seguintes possibilidades de uso dos SNA russos: ameaçar as LCM, efetuar ações de defesa ativa contra os grupamentos de navios nucleados em porta-aviões, atacando-os próximos de suas bases (C-ASUW¹⁴), e atacar os SSBN da USN antes que eles alcançassem mar aberto (S-ASW). Uma das prováveis explicações para essa nova reviravolta teria sido decorrente da chamada "revolução silenciosa" (BREEMER, 1989, p. 147), ou seja, da capacidade dos russos evoluírem seus projetos de forma a reduzir, de forma significativa, as desvantagens citadas anteriormente, em termos de nível de ruído irradiado (NRI), comparativamente aos submarinos da USN.

Foi visto que o período da Guerra Fria acarretou uma grande evolução nos projetos e empregos de submarinos. Não raro, o emprego vislumbrado não correspondeu às características operacionais conferidas aos submarinos. Adicionalmente, a continuidade das transferências de tecnologia apresentou limitações: de um lado, conhecimentos-chave passaram a ser estritamente controlados, por apresentarem um caráter estratégico; por outro, como foi o caso da China, foi condicionada pela falta de capacidade de absorção de conhecimentos pelo país recebedor e, principalmente, pela incipiente base tecnológica e industrial existente.

O grande desafio de desenvolver um submarino de propulsão nuclear parece extrapolar, até mesmo, o nível de decisão das Forças Armadas e do setor de defesa. O histórico da URSS, da China, do Reino Unido e da França demonstra a importância do envolvimento do mais alto nível político nessa empreitada.

¹⁴ C-ASUW – *Carrier Anti-Surface Warfare* – Guerra antissuperfície visando grupamentos de navios nucleados em porta-aviões.

3.3 A adaptação dos submarinos nucleares de ataque à nova ordem mundial

Conforme abordado no item anterior, o DEVRON-12 foi a organização que desempenhou um papel fundamental na reorientação do emprego dos submarinos da USN após a Segunda Guerra Mundial, por meio do desenvolvimento de uma doutrina de guerra A/S (ASW) e de guerra A/S estratégica (S-ASW) para os SNA. Além disso, houve um aprofundamento do emprego dos SNA em tarefas de ISR em áreas marítimas de interesse dos setores de inteligência dos EUA, mantendo-os não só relevantes, mas fundamentais, durante toda a Guerra Fria. No entanto, sendo a então URSS o foco dessas ações, a Força de Submarinos da USN passou a ser novamente vista como superdimensionada para as necessidades do país, logo após a queda do Muro de Berlim. Assim, o DEVRON-12 foi novamente responsável por redirecionar o foco dos submarinos, tornando-os componentes imprescindíveis dos grupos de batalha nucleados em porta-aviões e dos grupos de navios anfíbios. Um exemplo concreto do acerto dessas decisões advém do emprego dos SNA como a principal plataforma de lançamento de mísseis de cruzeiro Tomahawk contra alvos em terra, dentre os componentes dos grupos de batalha e dos grupos anfíbios (ERICKSON et al., 2007, p. 271), em conflitos tais como no Kosovo e Iraque. Devido às altas velocidades médias desenvolvidas, os submarinos são, normalmente, os primeiros meios a chegar à cena de ação. Além disso, podem se deslocar como uma unidade integrante de grupamentos de navios nucleados em porta-aviões, contribuindo com a proteção das unidades de maior valor contra ameaças submarinas e de superfície. No teatro de operações, têm sido utilizados para monitorar comunicações em áreas de interesse, lançar mísseis Tomahawk contra alvos em terra e infiltrar grupos de forças especiais a partir do mar. Assim, atualmente, os SNA da USN são empregados para o cumprimento das seguintes tarefas (CHIEF..., [200-?]a):

QUADRO 2 Empregos contemporâneos de SNA pela USN

TAREFA	PROPÓSITO
Executar operações de Guerra Anti-Submarino – ASW	Detecção e destruição de submarinos hostis
Executar operações de Guerra Anti-Superfície – ASUW	Detecção e destruição de navios de superfície hostis
Infiltrar sigilosamente forças de operações especiais em águas hostis	-
Executar operações de socorro (SAR) ¹⁵	Especificamente para resgate de pilotos de aeronaves sinistradas no mar ou elementos de forças especiais em áreas costeiras
Executar Operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento - ISR	Monitoramento de ações hostis, comunicações eletrônicas e coleta de informações
Operar em apoio a grupamentos de navios de superfície nucleados em porta-aviões	Prover informações de inteligência e proteção submarina para porta-aviões e seus navios de escolta
Executar operações de minagem (lançar campos de minas)	Negar determinadas áreas marítimas para forças hostis
Efetuar ataques a alvos em terra com mísseis de cruzeiro com ogivas convencionais	-
Transportar pessoal e material	Mover secretamente grupos e materiais críticos para locais de interesse

Com uma abordagem semelhante, a MNF passou a planejar o emprego de seus

SNA para as seguintes tarefas (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 18):

QUADRO 3 Empregos contemporâneos de SNA pela MNF

TAREFA	OBSERVAÇÕES
Coletar informações em áreas marítimas costeiras hostis, de forma sigilosa ou ostensiva	De acordo com o propósito da manobra de crise desejada pelos níveis político ou estratégico
Inserir ou recolher grupos de forças especiais	-
Controlar, bloquear ou interditar áreas marítimas sujeitas a ações adversas	Inclui a intenção de colocação de minas
Efetuar ataques convencionais contra alvos de terra	Possivelmente de forma preventiva
Coletar informações necessárias para forças aeronavais (inteligência operacional),	Particularmente em áreas com alto grau de oposição (aviação, baterias de mísseis costeiros, lanchas rápidas dotadas de mísseis ou submarinos convencionais
Escoltar ou realizar esclarecimento	Em proveito de unidades de alto valor de grupamentos de navios – porta-aviões, navios anfíbios ou capitâneas – em caso de ameaça de superfície ou submarina.

¹⁵ SAR - *Search and Rescue* – "Busca e Resgate". Na MB, essa atividade é definida de forma genérica, no âmbito das operações em tempo de paz, como atividade de socorro (BRASIL, 2004).

Não obstante o leque de opções acima, os SNA franceses estão previstos para serem empregados, prioritariamente, na proteção de seus SSBN, no controle de áreas marítimas e na projeção de poder sobre terra (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 41). Essa ordem de prioridade estaria associada à importância ou à necessidade prática de emprego vislumbrada. Assim, embora admitindo o baixo grau de ameaça, atualmente, a um SSBN, é importante que, uma vez no mar, ele esteja protegido por um SNA. A crise do Kosovo, entre 1998 e 1999, por sua vez, denotou uma necessidade prática, quando um SNA francês foi acionado e rapidamente posicionado na saída da Baía de Kotor, onde se encontrava a força naval sérvia. Ao impedir esta força de suspender e ameaçar as forças norte-americanas e francesas no Adriático, o controle da área marítima efetuado pelo SNA configurou um fator de força para os países da coalizão (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 19).

A Marinha do Reino Unido (MRU), por sua vez, avalia que a proteção aos SSBN permanece como uma necessidade potencial. Além disso, define as seguintes possibilidades de emprego para seus SNA (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 66):

QUADRO 4 Empregos contemporâneos de SNA pela MRU

TAREFA	OBSERVAÇÕES
Projetar poder sobre terra, por meio do lançamento de mísseis convencionais.	O TLAM (<i>Tomahawk Land Attack Cruise Missile</i> – "Ataque à terra com míssil de ataque de cruzeiro Tomahawk") foi utilizado pelo HMS <i>Splendid</i> , em 1999, também no Kosovo.
Executar operações ASW e ASUW	É prevista a utilização de torpedos <i>Spearfish</i> , de duplo-emprego, e do míssil <i>Sub-Harpoon</i> , cujo alcance eficaz contra alvos de superfície é de mais de 90Km.
	A MRU também prevê a atuação de seus SNA de forma isolada ou como parte de uma força naval, reduzindo as possibilidades de ações de um adversário e negando-lhe o acesso a uma área marítima ou determinada região na costa.
Monitorar forças antagônicas	Ação efetuada por meio do acompanhamento de suas operações e movimentos, incluindo a possibilidade de ser efetuado registro fotográfico submarino, de forma sigilosa.
Efetuar reconhecimento de costa	Ação efetuada por meio da obtenção de fotos e vídeos, a partir de uma navegação do SNA em águas rasas.

Picard e Tertrais (2006, p. 66) observam que a lista oficial divulgada pelo Reino Unido não menciona o desembarque de grupos de forças especiais, afirmando que aqueles SNA estariam efetivamente preparados para essa tarefa.

O período pós-Guerra Fria representou uma forte retração da força de submarinos russa, decorrente de grandes dificuldades econômicas sofridas pelos países do ex-bloco soviético, acarretando uma mudança de prioridades dos governos subsequentes, reduzindo fortemente os orçamentos militares. Ocorre que, dentre as incertezas criadas pelo fim da bipolaridade, em que as ameaças não podem mais ser identificadas ou priorizadas com facilidade, a decadência do poder militar russo foi seguida por um contínuo crescimento econômico e militar da China, o que representa um novo desafio para os analistas. Enquanto isso, alertam alguns especialistas norte-americanos, a tendência de redução do inventário de submarinos da USN, seguida de novas tarefas atribuídas a eles, aliadas à redução no número de aeronaves A/S P-3C que os apoiam, ocasionou a consequente redução no adestramento em S-ASW, foco da Guerra Fria, o que poderá não permitir aos EUA enfrentarem a ameaça dos SSBN chineses adequadamente (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 90-91). Assim, pela crescente importância da China, segue-se uma abordagem específica para ilustrar o desenvolvimento de sua força de submarinos, com ênfase nos submarinos de ataque com propulsão nuclear.

3.3.1 O caso chinês

Com uma costa de cerca de 5.000 Km, os chineses optaram pelos submarinos de propulsão nuclear. As zonas de atuação dos submarinos nucleares abrangeriam uma área delimitada pela "segunda cadeia de ilhas" – incluindo o arquipélago japonês, passando pelas ilhas Bonin e Marianas e terminando no arquipélago de Palau, onde sua concepção de

emprego seria vislumbrada como um fator "crítico" na luta pelo controle de áreas marítimas (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 26).

Segundo analistas norte-americanos, o emprego prioritário dos submarinos chineses seria o de proteger as LCM afastadas de seu entorno estratégico (ERICKSON et al., 2007, p. 4). É interessante notar que, para esta tarefa, os submarinos diesel-elétricos não são adequados, pois não conseguem se deslocar entre áreas de interesse rapidamente, tampouco acompanhar navios mercantes, reforçando a ideia de que a mobilidade estratégica confere uma desejável flexibilidade aos SNA. Segundo Erickson e Goldstein (2007, p. 192), um artigo publicado na revista chinesa *Modern Ships* reforça essa tendência, ao apontar o submarino nuclear como o principal meio de proteção das LCM. Em outra passagem desse artigo, é dada ênfase à necessidade de os submarinos chineses operarem em conjunto com outros meios, provavelmente em referência à concepção de operação coordenada entre os SNA da classe Shang (tipo 093) e os convencionais da classe Kilo, de origem russa, na hipótese de ter que defender Taiwan. Nesse contexto, os SNA seriam parte de uma rede, composta também de satélites, navios mercantes e até de pesqueiros chineses com telefones via satélite, pela qual a MRPC iria localizar e identificar os grupos de batalha nucleados em porta-aviões norteamericanos (ERICKSON et al., 2007, p. 9). Após cumprir a tarefa de prover partes de contato para o pré-posicionamento dos submarinos convencionais, os SNA poderiam lançar ataques com mísseis e torpedos contra os navios inimigos, contribuindo para reduzir a vantagem da esperada superioridade aérea inicial proporcionada pelos porta-aviões (ERICKSON et al., 2007, p. 9). Essa concepção de emprego materializaria a estratégia de como uma força inferior poderia prevalecer sobre um oponente significativamente superior (ERICKSON et al., 2007, p. 3), no teatro de operações marítimo do entorno estratégico chinês.

Além da proteção das LCM afastadas da costa chinesa, que transporta entre 85 e 90% de seu comércio, e da capacidade de projetar poder sobre terra com mísseis de cruzeiro,

os SNA da MRPC poderiam ser empregados, ainda segundo a análise norte-americana, para inserir grupos de forças especiais em áreas de interesse (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 15). Nesse sentido, cabe destacar que o aumento das possibilidades de emprego dos SNA chineses também é vislumbrada por Fisher Jr., que aponta para o desenvolvimento verificado nas áreas de navegação, retransmissão de dados, radares e satélites de vigilância, refletindo o aprimoramento da capacidade de lançamento de mísseis de cruzeiro. Até mesmo a decisão de possuir porta-aviões é vista como um respaldo à decisão de se intensificar a construção de SNA (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 136), reforçando a hipótese citada acima.

Nessa mesma linha de raciocínio, McDevitt avalia que a única razão pela qual a MRPC não partiu para uma construção mais acentuada de SNA, em detrimento dos convencionais, advém do fato de que o desafio de construir SNA silenciosos ainda os coloca em desvantagem em relação aos SNA da USN (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 367).

Não obstante a importância dos empregos vislumbrados para os submarinos, existem outros aspectos que devem ser pesados na avaliação global de suas capacidades. A seguir serão abordadas essas questões.

3.4 Considerações adicionais sobre o emprego de submarinos nucleares de ataque

Uma das medidas percebidas como indicador de desempenho dos submarinos nucleares seria a capacidade de uma Marinha designá-los para operar por longos períodos afastados de suas bases (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 69). Além disso, McConnaughy sugere que a complexidade de exercícios e a utilização de raias de testes de lançamento de armamento, no mar, aliados à intensiva utilização de simuladores em terra, são fatores importantes para se avaliar a credibilidade de uma força de submarinos (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 93). Em consequência, não basta planejar, projetar e construir submarinos a partir

dos usos vislumbrados e características requeridas. Os usos planejados para os submarinos devem ser objetos de exercícios, tanto em terra quanto no mar, com o maior grau de realismo que a tecnologia pode proporcionar, em tempo de paz. James Patton também estabelece as comissões longas, chamadas *deployments* (cuja tradução literal seria "desdobramentos"), como um teste real da capacitação do pessoal e do material, contribuindo para o aprimoramento profissional da força de submarinos nuclear como um todo (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 280).

Releva notar que, enquanto a END considera o submarino como um meio eminentemente de negação do uso do mar, Patton avalia que os SNA seriam os meios que apresentam a melhor relação de custo x benefício para exercer tanto a negação quanto o controle de áreas marítimas limitadas, principalmente quando essa tarefa tiver que ser executada o mais rápido possível e em áreas afastadas do território nacional (ERICKSON et al., 2007, p. 280). Considerando um SNA com capacidade de projetar poder sobre terra e de executar operações ASUW e ASW, a utilização desse submarino, tal como descrita por Patton, no sentido de impedir, atrasar ou dissuadir ações antagônicas, até a chegada de forças amigas mais numerosas, corrobora sua conclusão de que um SNA moderno poderia ser apelidado de "Um Grupo de Batalha de Um Só" (ERICKSON et al., 2007, p. 280, tradução nossa). De fato, dada a mobilidade intrínseca de um SNA e a versatilidade que lhe pode ser conferida, por meio de sua capacitação para lançar mísseis contra terra e contra alvos de superfície, bem como para receber informações atualizadas do teatro de operações, utilizandose de comunicações adequadas com outras forças no mar e em terra (Comando e Controle -C²), pode-se considerá-lo uma poderosa ferramenta para qualquer poder naval, o que incluiria, em determinados cenários, a possibilidade desse meio controlar áreas marítimas limitadas, de acordo com os preceitos da DBM.

¹⁶A Battle Group of One.

3.5 Os submarinos nucleares de ataque das próximas décadas do século XXI

As características intrínsecas do submarino, aliadas às capacidades incorporadas pela propulsão nuclear, têm acarretado uma natural tendência em utilizá-los para atender a uma ampla gama de interesses dos países, a partir do mar. Aos novos empregos vislumbrados para o atendimento desses interesses, conforme será abordado a seguir, impõem-se desafios adicionais aos projetos, o que tem resultado em uma continuidade da corrida tecnológica, iniciada no século XIX e aprofundada durante todo o século XX, inegavelmente profícua para os países que possuem submarinos, especialmente os de propulsão nuclear.

Assim, por mais desafiador que seja o processo de dar continuidade à construção de submarinos de propulsão nuclear, há uma tendência observada, entre as principais Marinhas do mundo, em priorizá-lo, seja em conjunto ou em detrimento temporário de outros setores do poder naval. Este é o caso da China, centrada, atualmente, em sua força de submarinos, tanto convencionais quanto de propulsão nuclear (ERICKSON *et al.*, 2007). Nesse processo, McVadon avalia que o poder de arrasto do conhecimento trazido pelos submarinos de propulsão nuclear poderão propiciar uma evolução de toda a MRPC, em busca de sua aspiração para tornar-se a maior potência da Ásia ocidental (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 15-27 *passim*).

Novamente, a questão que se coloca para as próximas décadas é a de se analisar até onde irão as aspirações chinesas. Nesse contexto, Fisher Jr. avalia que, devido às incertezas quanto aos cenários que se apresentam, a tendência da USN é a de buscar projetos de submarinos que contemplem a modularidade (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 147). Em consequência, ao analisar as ameaças futuras que irão se apresentar e levar à constante atualização de seus projetos de submarinos, considerando as ameaças assimétricas impostas por minas, submarinos diesel-elétricos, mísseis de cruzeiro antinavio e armas de destruição

em massa, a USN considera que os submarinos do futuro deverão atender ao requisito de operar em áreas marítimas cada vez mais hostis. Nessa condição, deverão ser capazes de garantir o acesso das forças navais às áreas de interesse. Para tal, segundo a página oficial do Comando de Operações Navais dos EUA, a força de submarinos da USN estaria priorizando iniciativas em várias áreas, em adição aos atuais empregos de seus submarinos (CHIEF..., [200-?]b):

QUADRO 5 Tendências para os futuros SNA da USN

Áreas de aprimoramentos nos projetos dos SNA da USN	Observações
Redes de comunicações	Visa propiciar aos submarinos a capacidade de comunicação sem restrições de velocidade ou cota de operação, com largura de banda adequada para a operação em rede com outros meios militares
Sensores, passivos e ativos	Visa garantir e aumentar a superioridade atualmente existente, em relação às diversas ameaças vislumbradas
Guerra de minas	Visa o aprimoramento do sistema de sonar ativo de alta frequência e a incorporação de veículos submarinos não tripulados (UUV, da sigla em inglês) ¹⁷ operados pelos submarinos
UUV	Para emprego no auxílio às tarefas de ISR e de mapeamento e sensoreamento do ambiente, principalmente em regiões de águas muito rasas que possam apresentar interesse ou representar ameaça aos "submarinos-mãe"
Sistema avançado de lançamento de mergulhadores de combate (ASDS, da sigla em inglês) ¹⁸ , que é um minisubmarino baseado em um submarino nuclear da USN (SNA da classe <i>Los Angeles</i> modificado ou da classe <i>Virginia</i> , e os SSGN)	Para ser empregado no lançamento de agentes em locais de interesse, a partir de áreas relativamente afastadas da costa. Visa aumentar a discrição do submarino lançador

Para a MNF, a evolução de seus SNA também está em andamento, com o projeto da classe *Barracuda*. O primeiro tem previsão de lançamento em 2016, quando o mais antigo SNA, da classe *Rubis*, terá completado 33 anos de operação. As principais vantagens vislumbradas do novo projeto, de acordo com Picard e Tertrais (2006, p. 41), são:

¹⁷ Unmaned Underwater Vehicle.

Advanced SEAL Delivery System. SEAL é o acrônimo que denomina os mergulhadores de combate da USN (Nota do autor).

QUADRO 6 Tendências para os futuros SNA da MNF

Aprimoramentos da classe Barracuda	Observações
Menor NRI	Tecnologia obtida da experiência acumulada no desenvolvimento dos SSBN da MNF
Maior capacidade de detecção	Parte do processo de evolução de novos sistemas acústicos, necessários para fazer frente aos modernos SNA, submarinos convencionais e submarinos com propulsão AIP de outros países
Maior capacidade e flexibilidade do armamento	Aumento de 14 para 20 armas carregadas, e Acréscimo dos mísseis de cruzeiro MDCN ¹⁹ ao inventário existente de torpedos guiados a fio e de mísseis SM-39 ²⁰ .
incorporação da capacidade de lançamento de grupos de agentes especiais no projeto do submarino	Apesar do lançamento de grupos de agentes especiais não ser propriamente uma novidade, a capacitação dos submarinos para lançá-los em maior número, cada vez mais afastados da costa e mais equipados para o cumprimento da missão da equipe em terra tem se mostrado uma tendência (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 35).
concepção de um projeto com maior disponibilidade operativa	Irá requerer paradas para trocas de combustível e manutenção geral somente a cada dez anos

Outra tendência percebida, tanto na USN quanto na MNF, é a incorporação de drones (UAV²¹ e UUV) operados a partir dos submarinos, de forma a reduzir a exposição dos SNA a riscos excessivos, tais como ter que operar em águas muito rasas, com ameaça de estarem minadas ou em condições acústicas particularmente desfavoráveis (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 35).

A concepção do SNA da classe *Barracuda*, segundo Picard e Tertrais (2006, p. 19-20), atendem não só aos interesses nacionais da França, mas aos da Europa ou de uma coligação, em um futuro previsível, destacando-se o uso de seus SNA para contribuir com o controle das LCM e para apoiar as forças de segurança e policiais do país, por meio de operações de esclarecimento.

¹⁹ MDCN – *Missile de Croisière Navale*, ou Míssil de Cruzeiro Naval.

²⁰ SM-39 - *Sous-marin-Mer 39*, ou míssil submarino-superfície 39.

²¹ UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*, ou veículo aéreo não tripulado.

3.6 Os possíveis empregos vislumbrados para o submarino nuclear brasileiro

No presente capítulo foram identificadas as possibilidades de emprego dos SNA, inseridas no contexto político-estratégico dos países que os possuem. Em decorrência, uma breve análise das experiências colhidas pode contribuir para o processo de adequação desses resultados para a MB. De forma a facilitar essa análise, a tabela do APÊNDICE A sumariza a relação dos empregos identificados, com a indicação da prioridade de cada tarefa atribuída pelos respectivos países, bem como as tendências observadas nas Marinhas abordadas. Nela, é possível observar que os submarinos nucleares de ataque foram, são e têm previsão de serem empregados em uma gama crescente de tarefas, indicando que, provavelmente, os empregos identificados estariam explorando adequadamente as capacidades de um SNA, os quais seriam, portanto, potencialmente aplicáveis ao submarino nuclear brasileiro (SN-BR). Para tal, faz-se necessário avaliar quais desses empregos atendem aos interesses nacionais, e em qual prioridade. Nesse sentido, o próximo capítulo tratará de identificar esses interesses e de submeter os empregos identificados a eles, verificando a necessidade e o grau de importância vislumbrados de cada tarefa, para o caso brasileiro.

4 O SUBMARINO NUCLEAR A SERVIÇO DOS INTERESSES NACIONAIS

Discutidos os possíveis usos dos submarinos nucleares, a partir da experiência de outros países, resta saber quais deles irão se adequar aos interesses brasileiros, e em que ordem de prioridade. Assim, a primeira questão seria identificar a quem caberia definir esses interesses.

4.1 A política e a estratégia

Segundo uma proposição de Clausewitz, a magnitude dos esforços empregados em uma ação militar deve ter como propósito, tão somente, a consecução dos objetivos estabelecidos pela política (COUTEAU-BÈGARIE, 2010, p. 90). Dessa forma, os usos do SN-BR deverão ser concebidos a partir desses objetivos, que podem ser encontrados, em nível mais elevado, na Carta Magna. No entanto, traduzir os amplos objetivos da Constituição Federal em possibilidades específicas de emprego de submarinos nucleares seria uma tarefa por demais subjetiva, o que poderia apresentar diferentes interpretações em cada um dos níveis de decisão, dificultando a articulação entre eles. Couteau-Bègarie (2010, p.107) confirma essa afirmação, ao ressaltar a tendência do poder civil em extrapolar sua esfera de competência e interferir na condução das operações, conforme evidenciado abaixo:

[...] a questão central é a das ligações entre o poder civil e a autoridade militar. Oprimeiro tem naturalmente a tendência de exceder sua esfera de competência para intervir na condução das operações, enquanto o segundo recusa qualquer ingerência (COUTEAU-BEGARIE, 2010, p. 107).

Ao longo do tempo, várias formas de articulação entre as esferas de decisão foram tentadas e testadas na prática, durante conflitos, por diversos países. Um dos modelos mais aceitos atualmente, e que será o adotado para o presente trabalho, foi proposto em meados da década de 50, por Herbert Rosinski. Nesse modelo, são quatro os níveis de decisão

(COUTEAU-BEGARIE, 2010, p. 112): Político, o mais alto, como o grande articulador dos diferentes aspectos que permeiam as decisões em um conflito; Estratégico, como o coordenador do esforço militar em prol dos objetivos políticos estabelecidos; Operacional, definido como "O nível da guerra no qual campanhas e grandes operações são planejadas, conduzidas e sustentadas para atingir objetivos estratégicos dentro de teatros ou áreas de operações." (Tradução nossa); e Tático, que pode ser entendido como a dimensão do combate propriamente dito.

Assim, a questão inicial de se relacionar os objetivos políticos aos possíveis usos de interesse do SN-BR assume contornos mais definidos por intermédio do nível estratégico, a quem cabe traduzir a vontade política, com todas as nuanças envolvidas, em objetivos e diretrizes militares. Ocorre que a consecução dessas etapas de formulação de objetivos alinhados entre dois níveis de decisão implica consideráveis esforços de coordenação entre a política e a estratégia, conforme será visto a seguir, o que significa dizer que os objetivos políticos e estratégicos relacionados ao nível operacional devem estar disponíveis desde o período de paz, de forma a que haja tempo para que os recursos alocados ao setor de defesa possam ser adequadamente transformados em capacidade militar, para satisfazer as necessidades estabelecidas pelo nível político. No Brasil, esse grande esforço de coordenação resultou na promulgação da Política de Defesa Nacional (PDN), em 2005 (BRASIL, 2005), e da END, em 2008. A PDN estabelece as diretrizes e objetivos necessários para o planejamento e o emprego de todos os setores do Poder Nacional², considerando, principalmente, as ameaças externas, e atribuindo a coordenação entre os setores ao Ministério da Defesa (BRASIL, 2005).

The level of war at which campaigns and major operations are planned, conducted and sustained to accomplish strategic objectives within theaters or áreas of operations" (ERICKSON et al., 2007, p. 26).

² Definição de Poder Nacional: "A capacidade de um país perseguir metas estratégicas por meio de ações deliberadas" (TELLIS *et al.*, 2000, p. 4).

Dentre os fatores críticos de sucesso vislumbrados para a consecução dos objetivos da PDN, estaria a capacidade dos governantes e da sociedade, como um todo, perceberem e administrarem os riscos a que o país está sujeito. Segundo Tellis et al. (2000, p. 27-34 passim), a forma de medir essa percepção seria pelo valor do orçamento alocado ao setor de Defesa, sob três prismas: em termos absolutos, em termos de percentual do PIB³ e em termos de distribuição desse orçamento entre as forças. Naturalmente, esses valores representam a dimensão política que é dada às Forças Armadas, como um todo, e a cada força singular, em particular. Apesar de, teoricamente, as ameaças à consecução dos objetivos políticos de um país e a estratégia desenvolvida para se contrapor a essas ameaças serem considerados como os fatores mais importantes para a transformação de recursos em competências efetivas de combate, a estrutura do relacionamento entre as instituições civis e militares é que irá definir esse processo orçamentário. Em consequência, reforça-se a necessidade de um estreito alinhamento entre a política, consubstanciada na PDN; a estratégia, descrita na END; e a coordenação do Ministério da Defesa, junto aos demais setores do poder nacional, para levar a cabo as ações decorrentes necessárias. A busca desses elementos de alinhamento será efetuada a seguir, a partir de alguns aspectos considerados importantes para a análise da PDN e da END.

4.1.1 Aspectos da Política de Defesa Nacional relacionados ao Poder Naval

A PDN (2005), partindo dos pressupostos estabelecidos na Constituição, declarase em consonância com as orientações governamentais e a política externa do país, bem como alerta para os riscos de se imaginar que as riquezas e o potencial do Brasil não despertem disputas ou antagonismos na sua trajetória de desenvolvimento. Assim, após avaliar o

³ PIB – Produto Interno Bruto. Representa a soma de todos os serviços e bens produzidos num período (mês, semestre, ano) numa determinada região (país, estado, cidade, continente). (http://www.suapesquisa.com/o_que_e/pib.htm).

ambiente internacional, o ambiente regional e o entorno estratégico brasileiro, a PDN estabelece os objetivos, orientações e diretrizes que irão condicionar os planejamentos decorrentes do setor de defesa. Em relação ao ambiente internacional, o documento vislumbra um menor grau de previsibilidade das relações internacionais, além de disputas cada vez mais acirradas sobre o controle de áreas marítimas, fontes de água doce e de energia, podendo levar a ingerências em assuntos internos, configurando quadros de conflito. A questão ambiental também foi identificada na PDN como passível de tornar as enormes reservas de recursos naturais e imensas áreas para serem incorporadas ao sistema produtivo como objetos de interesse internacional (BRASIL, 2005). Nesse sentido, cabe ressaltar um episódio ocorrido no início do período pós-Guerra Fria, em que o mundo parecia caminhar para um grande período de paz. Nesse contexto, os EUA promulgaram sua Estratégia de Segurança Nacional, em novembro de 1991, a qual elegia como uma das prioridades a "proteção das florestas tropicais", além de várias alusões contrárias a supostas práticas de países menos desenvolvidos, apontando para uma tendência de mudança do eixo de confrontação lesteoeste para o norte-sul (VIDIGAL, 2004). No entanto, antes que esse novo conflito fosse "criado", o que poderia envolver o desafio a interesses vitais do Brasil, tais como sua soberania e integridade territorial, por meio de ingerências internacionais à autodeterminação de seu povo, outras prioridades acabaram por recolocar esse assunto em estado de latência, com a promulgação da Estratégia de Segurança Nacional norte-americana, de setembro de 2002, cerca de um ano após o atentado às torres gêmeas (VIDIGAL, 2004).

A Política de Defesa também identifica um menor grau de liberdade de ação para países menos desenvolvidos, devido ao maior grau de controle permitido pela tecnologia da informação, monitoramento por satélites, sensoriamento eletrônico e outros avanços tecnológicos, sobretudo por países que dedicam maiores recursos financeiros à Defesa. Essa situação, ressalta a PDN, cria vulnerabilidades ao Brasil (BRASIL, 2005).

O próximo passo do documento foi estabelecer as áreas de maior interesse para o país, a partir da definição do ambiente regional e do entorno estratégico. Assim, ao mesmo tempo em que prioriza a consolidação dos laços de amizade entre os países sul-americanos, visualiza-se um entorno estratégico que incluiu a projeção pela fronteira do Atlântico Sul e os países lindeiros da África, com destaque para a necessidade da consolidação da Zona de Paz e de Cooperação do Atlântico Sul (BRASIL, 2005).

Na sequência, ao considerar o extenso litoral e uma área marítima de cerca de 4,5 milhões de Km² de águas jurisdicionais, referenciada como "uma verdadeira 'Amazônia Azul⁴·", a PDN reconhece a complexidade da tarefa do planejamento geral de defesa do país. Dessa forma, os seguintes objetivos da PDN, relacionados ao mar, foram identificados, decorrentes da avaliação dos ambientes descritos: a garantia da soberania, do patrimônio nacional e da integridade territorial; e a defesa dos interesses nacionais e das pessoas, dos bens e dos recursos brasileiros no exterior (BRASIL, 2005).

Finalmente, a PDN estabelece as diretrizes estratégicas para a consecução dos objetivos da Defesa Nacional, com destaque para as seguintes (BRASIL, 2005):

QUADRO 7
Diretrizes da PDN relacionadas ao mar

Diretriz PDN	Descrição dos aspectos relacionados ao mar
I	Manter forças estratégicas em condições de emprego imediato, para a solução de conflitos
II	Dispor de meios militares com capacidade de salvaguardar as pessoas, os bens e os recursos brasileiros no exterior
III	Aperfeiçoar a capacidade de comando e controle e do sistema de inteligência dos órgãos envolvidos na Defesa Nacional
V VI	Aprimorar a vigilância, o controle e a defesa das águas jurisdicionais e do espaço aéreo do Brasil Aumentar a presença militar nas áreas estratégicas do Atlântico Sul

⁴ O termo "Amazônia Azul" faz alusão não só à extensão da área marítima compreendida pelo mar territorial, Zona Econômica Exclusiva e Plataforma Continental sob jurisdição territorial ou econômica do Brasil, conforme o estabelecido na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito no Mar, equivalente à área da Amazônia Legal brasileira, mas também às semelhanças quanto às riquezas contidas em ambas as regiões.

VIII	Aperfeiçoar processos para o gerenciamento de crises de natureza político-estratégica
X	Proteger as linhas de comunicações marítimas de importância vital para o País
XIII	Fortalecer a infraestrutura de valor estratégico para a Defesa Nacional, prioritariamente a de transporte, energia e comunicações
XX	Intensificar o intercâmbio com as Forças Armadas das nações amigas, particularmente com as da América do Sul e as da África, lindeiras ao Atlântico Sul
XXIII	Dispor de capacidade de projeção de poder, visando à eventual participação em operações estabelecidas ou autorizadas pelo Conselho de Segurança da ONU
XXVI	Participar crescentemente dos processos internacionais relevantes de tomada de decisão, aprimorando e aumentando a capacidade de negociação do Brasil

4.1.2 <u>A Estratégia Nacional de Defesa como um fator determinante para a construção de um</u> Poder Naval alinhado com a PDN

O próximo nível de decisão, de acordo com o modelo adotado, é o estratégico. Nessa etapa, deve-se buscar prover às Forças Armadas os elementos necessários aos planejamentos setoriais decorrentes, em prol dos objetivos e diretrizes estabelecidos pelo nível político. Nesse sentido, a END se auto define como:

[...] o vínculo entre o conceito e a política de independência nacional, de um lado, e as Forças Armadas para resguardar essa independência, de outro. Trata de questões políticas e institucionais decisivas para a defesa do País, como os objetivos da sua "grande estratégia" e os meios para fazer com que a Nação participe da defesa. Aborda, também, problemas propriamente militares, derivados da influência dessa "grande estratégia" na orientação e nas práticas operacionais das três Forças (BRASIL, 2008, p. 9).

No capítulo 2, foi visto que a END estabelece que o submarino constitui uma prioridade para a MB, especialmente o de propulsão nuclear. Esta opção, baseada na constatação de que a tecnologia conduz à vantagem militar, bem como na avaliação de que a mobilidade estratégica deve ser uma característica do poder militar nacional (BRASIL, 2008), foi reforçada pelos conceitos abordados no capítulo 3. Adicionalmente, após interpretar os documentos condicionantes e descrever os principais elementos de sua própria análise, a END estabelece suas diretrizes. Dessas, destacam-se as seguintes, relacionadas ao Poder Naval (BRASIL, 2008):

QUADRO 8

Diretrizes da END relacionadas ao mar

Descrição das diretrizes da END relacionadas ao mar

Dissuadir a concentração de forças hostis nas fronteiras terrestres, nos limites das águas jurisdicionais brasileiras

Organizar as Forças Armadas sob a égide do trinômio monitoramento/ controle, mobilidade e presença

Desenvolver as capacidades de monitorar e controlar o espaço aéreo, o território e as águas jurisdicionais brasileiras

Desenvolver, lastreado na capacidade de monitorar/controlar, a capacidade de responder prontamente a qualquer ameaça ou agressão, por meio da mobilidade estratégica

Estimular a integração da América do Sul

Preparar as Forças Armadas para desempenharem responsabilidades crescentes em operações de manutenção da paz

Ampliar a capacidade de atender aos compromissos internacionais de busca e salvamento

Especificamente em relação à Marinha, o documento estabelece objetivos estratégicos e táticos, dos quais os seguintes são afetos aos submarinos:

A negação do uso do mar, o controle de áreas marítimas e a projeção de poder devem ter por foco, sem hierarquização de objetivos e de acordo com as circunstâncias: (a) defesa pró-ativa das plataformas petrolíferas; (b) defesa pró-ativa das instalações navais e portuárias, dos arquipélagos e das ilhas oceânicas nas águas jurisdicionais brasileiras; (c) prontidão para responder a qualquer ameaça, por Estado ou por forças não-convencionais ou criminosas, às vias marítimas de comércio; (d) capacidade de participar de operações internacionais de paz, fora do território e das águas jurisdicionais brasileiras, sob a égide das Nações Unidas ou de organismos multilaterais da região (BRASIL, 2008, p. 20).

Na fase de orientação do emprego das Forças Armadas, a END destaca a necessidade do desenvolvimento permanente das atividades de inteligência, vigilância e presença nas áreas estratégicas do Atlântico Sul. Para tal, considera que as capacidades de projetar poder e de possuir uma estrutura de Comando e Controle são importantes (BRASIL, 2008).

Finalmente, destacam-se as seguintes orientações explicitadas na END (2008): em relação às Operações de Paz, ampliar a participação do Brasil, sob a égide da ONU ou de organismos multilaterais; e quanto à Segurança Nacional: prevenir atos terroristas e atentados massivos aos Direitos Humanos; participar de ações de defesa civil e de segurança pública; e atender a compromissos internacionais relativos à salvaguarda da vida humana no mar.

4.2 Os possíveis empregos do SN-BR em proveito dos interesses nacionais

De posse dos empregos de um SNA, identificados no capítulo 2, bem como dos objetivos, diretrizes, conceitos e orientações estabelecidos pela PDN e pela END, apontados nos itens anteriores, torna-se possível, e necessário, relacioná-los. A forma escolhida para facilitar a visualização desse relacionamento foi a matricial, na qual o cruzamento entre as diretrizes políticas e os estratégicas elencadas permitirá deduzir de que formas um SNA poderá atendê-las. O APÊNDICE B apresenta os resultados obtidos.

O critério utilizado para designar as tarefas que melhor atendam ao cruzamento das diretrizes selecionadas da PDN e da END foi subjetivo, não havendo a pretensão de que seja definitivo ou único. Sua validade repousa em uma expectativa de uma razoável aproximação da realidade, na medida que as tarefas atribuídas ao SN-BR podem ser consideradas exequíveis e adequadas⁵ para contribuir com a consecução das diretrizes selecionadas.

Ressalta-se que o conjunto dos empregos identificados para um SNA contribuem para a consecução de todas as diretrizes selecionadas, conforme apresentados na referida matriz, o que indica que os possíveis empregos do SN-BR atendem aos interesses nacionais relacionados ao mar. Nessa análise, ainda resta apreciar qualitativamente o conteúdo dessa matriz, frente aos objetivos estratégicos e táticos da END, já citados, bem como aos aspectos anteriormente destacados desse documento, referentes a Operações de Paz e Segurança Nacional. Porém, como esses tópicos estão subordinados às próprias diretrizes da END, não haveria comprometimento dos resultados alcançados. Por outro lado, a referida análise contribuirá para a obtenção de uma ordem de prioridade estratégica de tarefas para o emprego

Seguindo conceitos doutrinários da MB, uma tarefa poderia ser considerada exequível se puder ser realizada com os meios disponíveis (no caso, um SNA); e adequada se sua realização contribuir para a solução do problema (atendimento do contido nas diretrizes da PDN e da END) (Nota do autor).

do SN-BR. Essa discussão será abordada mais adiante, após submeter os empregos identificados a uma linguagem comum, a fim de se evitar entendimentos diversos sobre os termos empregados no presente trabalho, o que será feito a seguir.

4.2.1 <u>A aderência dos empregos vislumbrados à doutrina da MB</u>

Conforme visto em 4.1.2, a END orienta as práticas operacionais das Forças, ou seja, os planejamentos decorrentes de emprego de seus meios, em um processo que exige conhecimentos específicos, técnicos e especializados, dos diversos escalões de comando, o que pode tornar demasiadamente complexo o esforço de compreensão de todos os aspectos que envolvem a tomada de decisão. Assim, uma maneira eficaz de se estabelecer a comunicação adequada de uma Força com os demais componentes do sistema de defesa, principalmente com as demais Forças Armadas, dá-se por meio da doutrina. Para a MB, esse termo está relacionado ao seguinte conceito:

A doutrina (militar) representa, de forma ampla, o conjunto de valores, princípios fundamentais e organizacionais, conceitos básicos, normas, métodos e processos, que orientam o planejamento, o preparo e o emprego das atividades de uma Força Armada (BRASIL, 2004, p. V).

Além disso, internamente, "serve de base para a elaboração dos demais documentos doutrinários da Marinha do Brasil", ao prover a Força "com uma filosofia, linguagem e propósito comuns, e unidade de esforços." (BRASIL, 2004, p. V).

Dessa forma, é importante que os empregos vislumbrados para o SN-BR estejam preconizados, que sejam inseridos na doutrina em vigor, ou até que sejam descartados, mediante uma análise de tudo o que foi visto até o momento, a fim de atender adequadamente aos propósitos e interesses nacionais abordados. Em consequência, os empregos sumarizados no APÊNDICE A e submetidos às necessidades estabelecidas pela PDN e pela END, de acordo com o APÊNDICE B, foram submetidos aos conceitos contidos na Doutrina Básica da

Marinha (DBM). Esses empregos, conceitos e análises compõem a tabela do APÊNDICE C, cabendo ressaltar os seguintes aspectos (os números entre colchetes são referentes aos empregos de um SNA, de acordo com a ordem apresentada nos APÊNDICES):

- a) Assim como verificado no APÊNDICE B, a tarefa [8] proteção dos próprios SSBN também não está prevista na DBM, e não se vislumbra a necessidade de incluí-la, pois não há previsão para a MB possuir esse tipo de submarino;
- b) A doutrina para a negação do uso do mar preconiza a destruição ou a neutralização⁶ de meios navais das forças inimigas e de seus pontos de apoio, o que abrangeria as seguintes tarefas: [6]-ASW, [10]-ASUW e C-ASUW, [1]-Interditar as LCM e [3]-Projetar poder sobre terra, por meio de lançamento de mísseis de ogivas convencionais contra objetivos militares em terra. Assim, reforça-se a necessidade de dotar os submarinos com mísseis, conforme preconizado na END e abordado no capítulo 2;
- c) A tarefa [7] guerra A/S estratégica é a única defesa possível contra os SSBN, dado que os países que os operam mantêm um ou mais desses submarinos permanentemente em patrulha no mar. Teoricamente, esta tarefa configura a maior vulnerabilidade do Poder Militar brasileiro: ao mesmo tempo em que seria necessária uma grande quantidade de SNA para tentar realizar a tarefa de destruir eventuais SSBN inimigos, não há a capacidade de o país retaliar um ataque nuclear. Além disso, vislumbra-se grande dificuldade para o SN-BR realizar um adestramento satisfatório nessa tarefa, por falta de disponibilidade de SSBN para essa finalidade;
- d) A tarefa de transporte de pessoal e material (movendo secretamente grupos e materiais críticos para locais de interesse-[16] não está explicitada na doutrina em

O torpedo é, por definição, uma arma de destruição pois, ao explodir sob o casco de um navio, promove o alquebramento de sua quilha, causando o afundamento do meio. O míssil, por outro lado, mesmo causando grande destruição acima da linha d'água de um navio, apresenta alguma chance para este meio flutuar e ser submetido a um futuro reparo, podendo ser considerado uma arma de neutralização (Nota do autor).

vigor. A mobilidade de um SNA permitiria a inclusão dessa possibilidade de emprego para o Poder Naval: e

e) A tarefa de executar operações SAR-[18], tal como efetuada pela USN, está inserida em um ambiente potencialmente hostil, enquanto a DBM enquadra essa tarefa apenas no âmbito das operações em tempo de paz. Assim, considerando a possibilidade de aproveitamento da experiência de outra Marinha, esta tarefa será mantida separadamente das operações em tempo de paz. Adicionalmente, configura-se uma oportunidade para a inclusão dessa tarefa para a MB, por ocasião da revisão da DBM.

De posse dos elementos mencionados acima, já é possível proceder à priorização dos empregos a serem atribuídos ao SN-BR.

4.2.2 A priorização das possibilidades de emprego do SN-BR

O capítulo 2 identificou as prioridades de emprego dos SNA dos países analisados, tanto sob a ótica de cada país, quanto do ponto de vista de analistas estrangeiros. A análise dessa priorização permite antecipar que a percepção das principais ameaças e a busca da obtenção de vantagens táticas, operacionais ou estratégicas, são fatores importantes do processo de adequação dessas experiências para a MB.

Nesse sentido, o primeiro ponto a ser relembrado trata da escolha do submarino como uma prioridade para o desenvolvimento do Poder Naval brasileiro, de acordo com a END. Dentre os empregos relacionados na tabela do APÊNDICE A, os seguintes apresentam vantagens para o submarino, em relação às forças de superfície, quando as forças antagônicas forem superiores, a ponto de exercerem o controle de áreas marítimas, ou quando houver necessidade de se manter o sigilo das ações: [1]-interditar as LCM; [4]-negar o uso do mar; [6]-ASW; [7]-S-ASW; [9]-ISR; [10]-ASUW e C-ASUW; [11]-patrulha de barreira; [12]-

desembarcar forças de operações especiais; [14]-operação de minagem; [16]-transportar pessoal e material de forma sigilosa; e [18]-executar operações SAR.

Adicionalmente, foi abordado que a END destaca a necessidade da mobilidade estratégica, tornando o SNA o meio ideal para obtê-la, conforme discutido anteriormente. Na prática, alguns empregos para os submarinos só podem ser adequadamente atribuídos aos de propulsão nuclear, devido a essa característica de mobilidade, ou seja, à disponibilidade de velocidade, que pode ser mantida ao longo do tempo. Esse diferencial é evidenciado no cumprimento das seguintes tarefas⁷: [2]- proteger as LCM de interesse; [5]-controlar áreas marítimas; [6]-ASW; [7]-S-ASW; [13]-operar em apoio a grupamentos de navios de superfície nucleados em porta-aviões ou navios anfíbios; e [18]-executar operações SAR.

Assim, em uma primeira aproximação, os principais empregos relacionados ao SN-BR seriam os que suplantam as capacidades de outros meios, obtidos a partir da comparação dos dois conjuntos descritos acima, resultando na seguinte lista inicial de prioridades: [6], [7], [13] e [18]. Essa relação representa os empregos de um SNA em que sua superioridade é absoluta, tanto em comparação aos submarinos convencionais quanto às forças de superfície. Ressalta-se que a abordagem foi efetuada de forma conservadora, para não superestimar as vantagens de um SNA, tendo em vista que a avaliação das demais tarefas é subjetiva e pode sofrer variações, de acordo com as situações reais que se apresentem.

Um segundo aspecto a ser ressaltado trata da necessidade imposta pela END, no sentido de priorizar a tarefa [4] – negação do uso do mar, conforme abordado no item 1. Além disso, aquele item cita o trecho da END em que, no caso de grande desbalanceamento de forças, as ações da força de submarinos devem preceder as das forças de superfície. Com isso, fica clara a necessidade de se prever o emprego de todos os submarinos disponíveis nessa situação. Para a negação do uso do mar, conforme o item 4.1.2.b), os submarinos deverão

O APÊNDICE A aborda brevemente cada caso, apontando as principais razões da superioridade de um SNA sobre um submarino convencional (Nota do autor).

atuar em [6], [10], [1] e [3]. Nesse sentido, conforme citado anteriormente, a previsão de dotação de mísseis para os submarinos pela END maximiza a capacitação desses meios para o cumprimento dessa importante tarefa do Poder Naval.

Na sequência, faz-se necessário retomar a análise qualitativa do APÊNDICE C, quanto aos objetivos estratégicos e táticos, Operações de Paz e Segurança Nacional, contidos na END, conforme abordado no item 4.2.

- a) Em relação aos objetivos estratégicos e táticos, caberiam as seguintes considerações:
- Defesa pró-ativa das plataformas petrolíferas. A DBM preconiza que cabe à MB exercer o controle de área marítima em torno das plataformas de interesse, no grau determinado pelo Comandante do Teatro de Operações Marítimo. Ao Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro, a cargo da Força Aérea Brasileira, cabe a responsabilidade pela defesa aeroespacial das plataformas situadas no mar territorial e pelo apoio à MB para essa defesa, das que estiverem além desse limite. Nesse contexto, a participação de um SNA no controle de área marítima-[5] pode ser fundamental, tanto dentro quanto fora dos limites da área que se deseja controlar, conforme preconizado pela DBM. As ações fora da área incluem o bloqueio, o ataque às forças inimigas em suas bases e a destruição de unidades inimigas nas grandes extensões oceânicas (BRASIL, 2004). Assim, acrescenta-se a tarefa [5] à lista, preferencialmente como um componente de uma força naval, mas, em casos limites, de forma isolada, como último recurso. Os empregos relacionados ao controle de área marítima já foram priorizados nos itens anteriores. Além daqueles, a tarefa [12] desembarcar forças de operações especiais poderá contribuir para a defesa de plataformas;
- Defesa pró-ativa das instalações navais e portuárias, dos arquipélagos e das ilhas oceânicas nas águas jurisdicionais brasileiras. Essa tarefa está incluída no espectro de possibilidades abordado na matriz do APÊNDICE B (diretriz da linha 4 da matriz PDN x

diretriz da coluna 1 da matriz - END), resultando nas seguintes prioridades adicionais para o SN-BR: [9] e [11]. Essas atribuições, que não seriam inicialmente priorizadas, tendo em vista a existência de outros meios para realizá-las, readquirem importância por constarem especificamente na END, dentro do princípio de que a MB deve ter todos os meios possíveis prontos para o atendimento desse objetivo, além do que outros países também priorizam essas tarefas para seus SNA, especialmente China, EUA e França, conforme explicitado no APÊNDICE A;

- Prontidão para responder a qualquer ameaça, por Estado ou por forças nãoconvencionais ou criminosas, às LCM. Devido ao destaque dado a essa necessidade e à experiência da França e da China (APÊNDICE A), acrescenta-se a tarefa [2]; e
- Capacidade de participar de operações internacionais de paz, fora do território e das águas jurisdicionais brasileiras, sob a égide das Nações Unidas ou de organismos multilaterais da região. Também já prevista na coluna 6 da matriz mencionada anteriormente, acrescentando-se à lista as seguintes tarefas: [15]—Guerra de minas (como autodefesa para o deslocamento do submarino) e [17]—Operações em tempo de paz, na modalidade "O Poder Naval em Operações de Paz", conforme descrito no item II) do APÊNDICE C.
- b) No que se refere à segurança nacional, tal como abordada na END, caberia ao Poder Naval, em geral, incluindo o SN-BR, todos os aspectos descritos no emprego [17] do APÊNDICE C, com destaque para os itens III), IV) e V), nele descritos.

Por conseguinte, de acordo com os critérios adotados de análise, é possível definir uma ordem de prioridades para os empregos a serem atribuídos ao SN-BR:

QUADRO 9

As prioridades de emprego para o SN-BR

ORDEM DE PRIORIDADE DE EMPREGO	TAREFAS RELACIONADAS
P1 Grupo de empregos especificamente priorizados pela END para os submarinos	 [4] - Negar o uso do mar, englobando uma ou mais das seguintes tarefas: [6] - Guerra antissubmarino (ASW); [10] - Guerra antissuperfície (ASUW/C-ASUW); [1] - Interditar as LCM; e [3] - Projetar poder sobre terra, por meio do lançamento de mísseis de ogivas convencionais contra objetivos militares em terra.
P2 Grupo de empregos prioritários para o SN-BR, em virtude da dificuldade ou impossibilidade de se utilizar outros meios para o cumprimento de determinadas tarefas	 [7] – Guerra antissubmarino estratégica (S-ASW); [13] – Operar em apoio a grupamentos de navios de superfície nucleados em porta-aviões ou navios anfíbios; e [18] – Executar operações SAR.
P3 Grupo de empregos importantes para o SN-BR, em virtude da priorização de alguns objetivos, dada pela END	 [5] - Controlar áreas marítimas; [12] - Desembarcar forças de operações especiais; [9] - ISR; [11] - efetuar patrulha de barreira; [2] - proteger as LCM de interesse; [15] - Guerra de minas (como autodefesa para o deslocamento do submarino); [17] - Operações em tempo de paz.
P4 Grupo de empregos passíveis de serem atribuídos ao SN-BR e que atendem às diretrizes da PDN e da END	[14] – operação de minagem; e[16] – transportar pessoal e material de forma sigilosa.
Empregos avaliado como não aplicável ao SN-BR	[8] – proteger os próprios SSBN.

Finalmente, após o estabelecimento das possibilidades de emprego para o SN-BR, bem como de uma hierarquização entre eles, a partir de um critério estabelecido, será possível identificar quais as principais características deverão fazer parte do projeto do submarino nuclear brasileiro. Este é o objetivo do próximo capítulo.

5 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DESEJÁVEIS PARA O SN-BR

Os capítulos precedentes possibilitaram a identificação dos empregos necessários para o SN-BR, de forma hierarquizada. Pode-se dizer que, nesta fase, o nível operacional estaria alinhado aos níveis estratégico e político. De posse dessas informações, o próximo passo consiste em relacionar esses empregos às características operacionais que o submarino nuclear brasileiro deverá possuir. Por conseguinte, a primeira etapa será definir formalmente os termos utilizados.

5.1 Conceitos e definições

O termo "características operacionais" estaria relacionado às características do submarino que permitirão aos decisores do nível operacional empregá-lo adequadamente para a consecução dos objetivos estabelecidos. Neste contexto, essas características representariam a base de apoio sobre a qual o submarino poderá ser utilizado para o cumprimento de suas missões. Essa ideia assemelha-se ao conceito de "apoiabilidade" (JONES, 2007, p. 1.1, tradução nossa), cuja adaptação para as necessidades do presente trabalho resulta na seguinte definição para o termo "características operacionais": "Atributos que conferem a maior capacitação possível ao meio para sustentar suas ações e cumprir sua missão no teatro de operações designado, a partir de um perfil de usos predeterminado". Esta definição deixa clara a relação biunívoca entre os empregos atribuídos ao SN-BR e suas características operacionais.

A definição de "apoiabilidade", que serviu de referência para a adoção do conceito de "características operacionais", é a seguinte: "Apoiabilidade – uma predição ou medida das características de um item que facilita a habilidade de apoiar e sustentar sua capacitação para o cumprimento da missão, de acordo com um meio ambiente e um perfil de usos pré-definidos" (JONES, 2007, p. 1.1, tradução nossa). Supportability – A prediction or measure of the characteristics of an item that facilitate the ability to support and sustain its mission capability within a predefined environment and usage profile.

Segundo PATTON, a USN teria estabelecido quatro características essenciais para um submarino: capacidade de ocultação (*stealth*), mobilidade (*mobility*), poder de fogo (*firepower*) e permanência (*endurance*) (1995, p. 4, tradução nossa). Para os britânicos, haveria sete características, compatíveis com as da USN, conhecidas como "as sete virtudes 'capitais'" de um SNA: capacidade de ocultação (*stealth*), mobilidade (*mobility*), "punch" permanência (*endurance*), flexibilidade (*flexibility*), alcance (*reach*), e autonomia (*autonomy*) (HAYDON, 2004, p. 13, tradução nossa).

Algumas das características citadas acima são definidas na DBM, relacionadas como características do Poder Naval:

A *mobilidade* representa a capacidade de deslocar-se prontamente e a longas distâncias, mantendo elevado nível de prontidão, ou seja, em condições de emprego imediato.

A *permanência* indica a possibilidade de operar, continuamente, com independência e por longos períodos, em áreas distantes e de grandes dimensões.[...]

A *flexibilidade* significa a capacidade de organizar grupamentos operativos de diferentes valores, em função da missão (BRASIL, 2004, p. 1-2).

Das definições acima, caberia apenas uma pequena adaptação para individualizar o conceito de flexibilidade para o submarino, significando a capacidade de empregá-lo de diversas formas, em função da missão. Além disso, a DBM define mais uma característica do Poder Naval – a versatilidade, a qual "permite regular o poder de destruição e alterar a postura militar, mantendo a aptidão para executar uma ampla gama de tarefas" (BRASIL, 2004, p. 1-2). As demais características – capacidade de ocultação, *punch*, alcance e autonomia – serão abordadas a seguir.

Seven deadly virtues. O termo deadly, em inglês, comporta várias traduções, tais como "extremas", "passíveis de causar a morte", "altamente efetivas", "marcadas pela determinação ou extremamente sérias", "que tendem a retirar força ou vitalidade", ou "sugestivas de morte" (fonte: dicionário Merriam-Webster). Devido a todas as traduções enriquecerem o contexto da expressão, foi escolhida a palavra "capital" para tentar fazer, pelo menos parcialmente, justiça ao termo original (Nota do autor).

³ *Punch*, em sentido literal, é definido como "qualidade de uma ponta de lança que provoca uma vantagem e produz um efeito", ou seja, um poder de fogo que traga uma vantagem intrínseca a quem o aplica (disponível em: http://www.merriam-webster.com/. Acesso em: 15 jul. 2011). Para efeito do presente trabalho, será traduzido como "poder de fogo" (Nota do autor).

A capacidade de ocultação (stealth) de um submarino tem apresentado uma crescente importância militar, na medida que os meios de superfície e aéreos vêm perdendo essa capacidade, em virtude dos modernos equipamentos radar e satélites de monitoramento e vigilância disponíveis (THE ROLE..., 2010). A característica de ocultação pode ser percebida por meio de três aspectos: discrição, iniciativa das ações e capacidade de sobrevivência⁴ (THE ROLE..., 2010, p. 1, tradução nossa). A discrição implica a condução das operações sem que seja percebida sua presença, tanto devido ao baixo NRI, quanto pela capacidade de exploração do plano vertical, até o limite dado pela cota máxima de operação (CMO) do submarino. Embora a discrição seja vital nos âmbitos operacional e tático, o nível político de decisão pode beneficiar-se dela, autorizando o deslocamento de submarinos para áreas de interesse, ou determinando a retirada deles dessas áreas, sem demonstrar publicamente suas intenções (THE ROLE..., 2010). Uma decorrência da discrição é a iniciativa das ações, que é a habilidade da força submarina causar grande incerteza nas forças antagônicas quanto à sua localização e composição, permitindo a um submarino escolher a forma e o momento do ataque, utilizando-se da surpresa. Enquanto o submarino não decide atacar, é grande sua chance de sobrevivência, que representa a capacidade de operar em ambientes hostis, com grau aceitável de risco (THE ROLE..., 2010).

Quando necessário, o submarino vale-se de seu poder de fogo, medido, normalmente, pela quantidade de torpedos, mísseis e minas que pode carregar (THE ROLE..., 2010; CHIEF..., [200-?]b). Essa característica será considerada semelhante a *punch*. Devido a uma série de fatores ligados a soluções de compromisso, em projetos de submarinos, haveria uma escala natural crescente de espaço disponível a bordo, iniciando com os submarinos convencionais, passando pelos SNA e chegando aos SSGN/SSBN, que apresentariam a maior

⁴ Covertness, iniciative and survivability.

capacidade de carregar armamento. Dentro dessas limitações, busca-se a maximização de espaço para armazenar esses itens.

Em relação a alcance, Haydon (2004) identificou dois aspectos para conceituá-lo: as áreas passíveis de serem alcançadas fisicamente pela influência de um submarino; e, no âmbito virtual, a capacidade de comunicações entre o submarino e os demais participantes de uma determinada operação, utilizando redes de comunicações, envolvendo meios militares de várias forças.

Finalmente, a autonomia é definida como "o tempo máximo expresso em dias que o submarino pode manter-se afastado da base, em operações, desde o suspender, pronto e abastecido para patrulha, até o retorno à base" (BRASIL, 2007, p. 38). Adicionalmente, devido às especificidades de um submarino nuclear, o período entre as trocas de combustível será também considerado, pois implica imobilizações consideráveis para o meio.

5.2 As características operacionais desejáveis do SN-BR

O APÊNDICE D apresenta o resultado e uma breve análise do cruzamento entre os grupos de tarefas prioritários selecionados para o SN-BR e as características elencadas acima, em termos das demandas de cada emprego selecionado sobre as características operacionais de um SNA. Os principais aspectos a serem destacados são os seguintes:

a) Os empregos previstos como os mais prioritários para o SN-BR são os que mais exigem das características operacionais identificadas dos SNA, pois, ao suspender, o submarino deverá estar preparado para executar todas as tarefas previstas na prioridade P1 (QUADRO 10), com um alto grau de exigência de cada uma dessas características;

- **b**) Quanto à capacidade de ocultação, dois componentes destacam-se e serão abordados a seguir: o NRI, a ser minimizado, e a CMO, que deverá assumir o maior valor possível.
- I) A exigência de um NRI mínimo é evidenciada no emprego do SN-BR em [6]-ASW e [7]-S-ASW, estabelecidos dentro das prioridades P1 e P2, mas que permeiam também as tarefas [13], [5] e [11]. Esse parâmetro pode representar um grande desafio tecnológico, pois o cumprimento dessas tarefas implica um NRI compatível com o dos mais modernos SNA e SSBN existentes. De acordo com o que foi discutido no APÊNDICE D, o SN-BR deveria apresentar um NRI mínimo entre 90 e 110 decibéis (dB), com um acréscimo de 20 dB para limitar a pior situação, normalmente decorrente de altas velocidades, em detrimento da discrição, mas mantendo um nível aceitável de ruído irradiado. O citado interesse dos chineses no baixo NRI dos submarinos franceses e o Acordo de Cooperação na área de submarinos podem contribuir para um projeto brasileiro que contemple essa característica de forma adequada, na forma de transferência de tecnologia. Nesse sentido, alguns aspectos podem contribuir para o processo de obtenção de um submarino atualizado tecnologicamente, em termos de NRI:
- Alcançar o mínimo NRI para maximizar a capacidade de ocultação do submarino, em condições especiais. A MNF atingiu este objetivo por intermédio da circulação natural para o resfriamento do reator. Nele, o gerador de vapor, em vez de ser ligado ao reator por meio de um coletor sob pressão, é colocado diretamente sobre o vaso contendo o combustível nuclear. Esta disposição contribui para a discrição acústica, pois o fluxo de resfriamento de água do circuito primário é mantido, com o submarino em baixas velocidades, dispensando o uso das bombas de circulação, uma fonte importante de ruído a bordo (PICARD; TERTRAIS, 2006);

- Limitar ao máximo a degradação do NRI nas faixas de altas velocidades do submarino. Um grande desafio para os projetistas será o de conferir a máxima velocidade possível com um mínimo de ruído irradiado. De acordo com a experiência de outras Marinhas, o ruído de fluxo causado pelas aberturas de casco e as bombas de circulação do reator podem causar sérias limitações a esse objetivo (APÊNDICE D). Esse fator é fundamental para permitir rápidos deslocamentos de forma discreta, enquanto mantendo uma boa capacidade de escuta; e
- Prover um eficiente isolamento acústico do casco. O APÊNDICE D cita que outras Marinhas, tais como a russa, a do RU e a da China utilizam uma cobertura anecoica, e que, além disso, a USN e a Rússia estariam usando dispositivos ativos de redução de ruídos.
- II) Quanto à CMO, o APÊNDICE D indica que o valor mínimo a ser atingido pelo SN-BR seria superior a 350m, conforme previsto para os SNA franceses da classe *Barracuda*. O valor desejável deste parâmetro seria superior a 600m, obtido pela USN, a partir da classe *Seawolf*. Embora, em termos de capacidade de ocultação, levar o submarino o mais fundo possível seria o parâmetro desejável, é necessário verificar outros aspectos, de caráter técnico, que fogem ao escopo deste trabalho, que possam limitar esse valor;
- c) A melhor expressão da característica operacional mobilidade seria dada pela velocidade máxima que um submarino pode alcançar e manter, conferindo-lhe a capacidade de interceptar uma força naval, de acompanhar alvos de interesse, de chegar a um ponto predeterminado com rapidez ou de se evadir, por força de uma situação tática desfavorável. Esse valor estaria limitado por escolhas entre alguns fatores antagônicos, tais como a máxima potência a ser fornecida pelo reator, acarretando maiores dimensões e peso da planta (e do submarino), em oposição à necessidade de um submarino pequeno, silencioso e que seja

imobilizado o menor número de vezes possível para as trocas de combustível. Outro aspecto operacional importante da mobilidade está relacionado à máxima velocidade com um baixo NRI, permitindo um trânsito com discrição, mantendo uma boa qualidade de detecção passiva – que depende do projeto do casco, incluindo seu isolamento acústico, e da qualidade de seus sensores.

De acordo com o APÊNDICE D, a importância do parâmetro de velocidade do SN-BR é evidenciada quando no cumprimento das tarefas [4], [10], [1], [13], [18], [5], [2] e [16] (QUADRO 10). Considerando os valores de velocidade máxima obtidos pela MRPC – entre 22 e 25 nós; e pelas MNF e USN – acima de 25 nós (APÊNDICE D), estima-se que toda essa faixa atenderia as necessidades impostas pelas tarefas acima: interceptar navios, mercantes ou militares, acompanhar os movimentos de navios mercantes de interesse ou de uma força naval, como um componente integrado, bem como resgatar e transportar pessoal de forças amigas. É importante ressaltar que, qualquer que seja o patamar atingido (a partir de um mínimo de 22 nós), deve ser garantido um NRI compatível com uma capacidade de ocultação adequada, conforme abordado anteriormente. Adicionalmente, seria desejável que a velocidade máxima de trânsito discreto seja tão próxima quanto possível da máxima;

d) Quanto ao poder de fogo, avalia-se que haveria espaço para a MB incorporar algumas recentes inovações em quantidade (capacidade para 20 armas a bordo) e versatilidade (torpedos, minas e dois tipos de mísseis), previstas para a próxima geração de SNA da MNF (QUADRO 6), por meio do Acordo de Cooperação em vigor, na forma de assessoria em projetos. Nesse contexto, a característica de flexibilidade desejada permitiria o carregamento de armamento no SN-BR na forma de livre intercâmbio, nos tubos e berços de armazenamento, de acordo com a necessidade indicada pela missão;

e) Conforme a definição apresentada em 5.1, a característica de alcance apresenta dois aspectos: as áreas que podem ser atingidas fisicamente pela influência do submarino; e a capacidade de comunicações entre o submarino e os demais participantes de uma determinada operação. Os parâmetros a serem considerados para uma avaliação quantitativa do alcance seriam: áreas onde o submarino pode navegar; capacidade de detecção de Sensores, processamento e alcance do armamento; e capacidade de comunicações efetivas com o submarino, quando necessário, tal como descrito em 3.4.

Embora a MNF e a USN estejam desenvolvendo equipamentos e sistemas para aumentar a área de influência de seus SNA, por meio do desenvolvimento de UAV e UUV, de acordo com 3.5, o menor porte dos submarinos convencionais, ensejando um menor risco de exposição envolvido, parece oferecer vantagens para estes, notadamente em águas rasas, com profundidades menores que 200m (TREVIÑO-RUIZ, 1999). A maior capacidade de carregamento de minas, combinada com uma maior capacidade de transporte de grupos de forças especiais, equipados com materiais maiores e mais sofisticados, representa uma contrapartida para os SNA.

O alcance dos sensores e dos sistemas associados poderia ser resumido em: alta sensibilidade dos sensores para a detecção de sinais em todo o espectro utilizável de frequências acústicas; equipamentos e programas tecnologicamente avançados para um processamento de sinais que resulte em cálculos dos parâmetros dos alvos e designação do armamento de forma rápida e efetiva; e capacidade de utilização de banco de dados para a identificação e gravação de alvos. Não obstante a consecução dessa importante característica, o alcance e a qualidade do armamento é que irão transformar quantidade em efetividade. Adicionalmente, o provimento de parâmetros de alvos mais afastados do submarino e de seus sensores, mas dentro do alcance do armamento, por meio de C², aumentam sua letalidade e diminuem as chances de contradetecção. Foi assim que a ex-URSS implementou a

modalidade de emprego [10]-C-ASUW (BREEMER, 1989). Para o SN-BR, todos os componentes da característica operacional de alcance citados representam vulnerabilidades para seu poder de fogo, dado que, atualmente, não são produzidos no país, com exceção das minas. Dessa forma, não há como serem evitadas as limitações impostas ao conjunto de hardware e software que compõe essa característica operacional. Nesse contexto, releva destacar que as Marinhas que desenvolveram submarinos nucleares fabricam a maior parte de seus próprios sistemas de combate e armamentos, conforme abordado no APÊNDICE D.

- f) A permanência na área de operações de um meio naval está relacionada à autonomia e ao aprestamento. A definição deste remete à prontidão do material e do pessoal, bem como ao adestramento (BRASIL, 2007). O projeto de construção, que estabelece a confiabilidade dos equipamentos e sistemas, bem como as ações de manutenção, conferem ao meio seu grau de prontidão do material; a formação, capacitação e alocação adequada de recursos humanos configuram a prontidão do pessoal; e a realização de treinamentos em terra e exercícios no mar contribuem para prover o adestramento do pessoal, individualmente e como um conjunto, conforme descrito em 3.4. Esse adestramento no mar exige, normalmente, o embarque de pessoal extra, além da tripulação, o que indica a necessidade de serem previstas acomodações compatíveis, preferencialmente na fase de projeto;
- g) Em relação à autonomia, um bom projeto deve contemplar condições adequadas de habitabilidade a bordo, tais como acomodações, controle da atmosfera e a qualidade da água produzida. Adicionalmente, deve-se dimensionar o espaço destinado aos víveres, bem como os recursos médicos necessários a bordo. De acordo com 5.1, serão considerados dois aspectos quantitativos para a autonomia: o doutrinário e o logístico.

O APÊNDICE D aponta que a autonomia (doutrinária) dos SNA varia entre 45 dias (SNA da classe *Rubis*) e 90 dias (SNA da classe *Astute*), tendo chegado a 100 dias em casos excepcionais, como o da Guerra das Malvinas. Considera-se que, no caso brasileiro, uma autonomia de 70 dias ou mais atenderia às necessidades impostas pelas tarefas relacionadas a P1 (QUADRO 10). Esse valor seria compatível com a autonomia da classe *Barracuda*.

No tocante à autonomia logística, foram identificadas duas concepções diferentes, discutidas no APÊNDICE D. A francesa, por um lado, anunciou que a evolução do projeto de seus SNA irá permitir que os períodos entre as trocas de combustível evolua de seis anos para dez, para os da classe *Barracuda*. Essa concepção prevê a utilização do mesmo tipo de combustível, tanto para suas usinas nucleares quanto para seus submarinos. Isso implica menor grau de enriquecimento do urânio, o que tende a limitar o aumento do período entre trocas de combustível. Já os SNA das classes *Astute* e *Virginia* foram projetados para não haver troca de combustível durante toda a vida útil desses meios, estimada em cerca de 25 anos. Para permitir essa autonomia, o grau de enriquecimento do combustível dos submarinos da USN seria de 93% (Erickson *et al.*, 2007). Picard e Tertrais (2006) avaliam que o reator naval brasileiro teria a previsão de trabalhar com um enriquecimento entre 18% e 19%, o que indicaria a tendência do SN-BR seguir a linha francesa;

h) No que se refere à característica de flexibilidade, releva destacar a configuração do submarino para os empregos [9], [12], [14] e [15]. Em todos eles, deve-se levar em consideração que o submarino deverá ser adequado para navegar em águas rasas, conforme abordado anteriormente no item e). Adicionalmente:

- Para a tarefa [9]-ISR, a capacidade de C² e os equipamentos de vigilância do submarino irão definir suas possibilidades e limitações para explorar os espectros eletromagnético, acústico e visual, em proveito da missão;
- De forma análoga ao previsto para o SNA *Barracuda*, a incorporação da capacidade de lançamento de grupos de agentes especiais-[12] no projeto do SN-BR pode ser considerada importante. Além da câmara seca, é necessário prover acomodações para os grupos de forças especiais embarcados; e
- Em relação à guerra de minas-[15], o desenvolvimento de um sonar ativo de alta frequência, a exemplo da USN, necessário para permitir ao submarino evitá-las, apresenta o potencial para a detecção de outros contatos a curtas distâncias, incluindo submarinos convencionais modernos, cujos níveis de ruído irradiado dificultam sua detecção por sonares passivos⁵;
- i) Quando equipados apenas com torpedos, os submarinos não podem ser considerados meios versáteis, conforme abordado em 4.2.1.b), *vis-à-vis* a definição estabelecida em 5.1, pois não lhes é possível graduar o uso da força. Nesse sentido, os mísseis conferem essa característica aos submarinos, o que pode ser muito útil, do ponto de vista político. Assim, em vez de destruir navios militares inimigos, um grande efeito dissuasório pode ser obtido pela neutralização desses meios. Uma questão que pode permear este raciocínio seria a conjectura do efeito de um míssil atingindo o cruzador argentino *Belgrano*, no conflito das Malvinas, no lugar do torpedo que causou seu afundamento. Talvez a reação da Argentina de recolher sua Esquadra ao porto fosse a mesma, mas, provavelmente, com muitas vidas de tripulantes poupadas. Raciocínio análogo poderia ser aplicado ao tráfego

⁵ Para evitar a contradeteção, esse sonar poderia operar fora da faixa de operação dos hidrofones dos sonares dos submarinos-alvo (Nota do autor).

mercante a serviço de forças militares antagônicas, o que contribuiria para limitar os efeitos das ações submarinas, na medida das necessidades estabelecidas pelo nível político, caso fosse decidido empregar um SNA para interditar as LCM-[1]; e

j) As operações em tempo de paz-[17] não deverão requerer características operacionais adicionais do SN-BR, bem como não se vislumbra uma grande exigência do conjunto dessas características para o cumprimento do que preconiza a DBM, conforme descrito no APÊNDICE C. Esse raciocínio também é válido para operações SAR em ambientes hostis-[18].

Em resumo, a identificação dos possíveis empregos atribuídos aos SNA, considerando a experiência das principais Marinhas que os utilizam, a compatibilização desses empregos com o atendimento dos interesses nacionais e a priorização dos possíveis usos do SN-BR permitiram uma avaliação qualitativa das características operacionais gerais, atribuídas aos SNA e, em decorrência, possibilitou o estabelecimento de alguns parâmetros, descritos acima e detalhados no APÊNDICE D, de acordo com os objetivos estabelecidos. Os resultados consolidados compõem o APÊNDICE E. Desta forma, será possível medir as vantagens do atendimento ou, tão importante quanto isso, as consequências do não atendimento de certas características operacionais para o SN-BR, ainda durante a fase do projeto, o que representa o grande efeito desejado deste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modernos submarinos convencionais, quando operados adequadamente, representam uma grave ameaça às forças navais antagônicas, graças às vantagens propiciadas pela física do som e pelas propriedades das ondas eletromagnéticas, conferindo àqueles uma grande capacidade de ocultação, seja pela exploração do plano vertical dos oceanos, seja pelo simples fato de permanecerem mergulhados, tornando, respectivamente, os sonares e radares dessas forças ineficazes. No entanto, a partir de certo grau de desbalanceamento de forças, a densidade de cobertura radar nas áreas de operação de um submarino convencional poderá impedi-lo de permanecer na cota periscópica sem que haja um significativo risco de ser detectado. Nessa situação, a opção de não se expor acarretará, em poucos dias, a perda da carga de suas baterias e a intoxicação da atmosfera de bordo, comprometendo, de qualquer forma, seu valor militar. O esforço vislumbrado para contornar esse problema e, ao mesmo tempo, evitar a adoção da propulsão nuclear, resultou na implementação de submarinos dotados de AIP. No entanto, a utilização desse tipo de propulsão é limitada no tempo e no espaço, tornando-a inefetiva para ser utilizada em vastas regiões oceânicas, onde o incremento propiciado na autonomia em imersão dilui-se na proporção direta das áreas marítimas a serem cobertas, do tempo alocado ao cumprimento da missão e da velocidade requerida para os deslocamentos.

A comparação entre submarinos convencionais, tanto diesel-elétricos quanto os dotados de AIP, com os de propulsão nuclear, mostrou que a maior autonomia de um SNA, aliada à sua total independência da cota periscópica, garantindo uma imunidade contra equipamentos de detecção visual ou radar das forças A/S, além de uma mobilidade estratégica, graças à possibilidade de um SNA manter altas velocidades por tempo indeterminado, desequilibram o processo decisório favoravelmente a este. Além disso, os

casos da China e da Rússia mostram que a concepção de suas forças de defesa, nas extensas porções marítimas de seus entornos estratégicos, contra forças navais muito superiores, resultou na escolha de submarinos nucleares. Posteriormente, a constatação de que o fim da Guerra Fria propiciou um aumento nas possibilidades de emprego de um SNA indica que este meio constitui um componente fundamental para Marinhas de maior porte. O caso da França é ilustrativo, na medida em que os empregos previstos para seus SNA, no presente e em futuro previsível, relacionam-se diretamente ao conceito de uma defesa que inspire credibilidade, independentemente da existência de ameaças concretas. Analogamente, no caso brasileiro, não obstante a ausência de uma ameaça perceptível, a necessidade de perpetuar a desejada paz no entorno estratégico marítimo, composto pela Amazônia Azul e Atlântico Sul, extrapola a capacidade de dissuasão apenas dos submarinos convencionais. Além disso, o poder de arrasto do conhecimento trazido pelo submarino de propulsão nuclear poderá propiciar evolução mais acentuada em toda a MB, a exemplo do que ocorreu em outros países.

Por outro lado, os casos da ex-URSS, do Reino Unido, da França e da China, demonstram que os grandes desafios impostos a uma Marinha, no que se refere a submarinos nucleares, exigem uma decisão no mais alto nível político para que eles sejam superados. Nesse sentido, o Brasil não é uma exceção, pois o Programa Nuclear da Marinha, da década de 1970, só viria a reunir as condições necessárias para permitir o desenvolvimento do projeto e a construção de um submarino nuclear a partir do envolvimento direto do Presidente Lula, em 2008. Com as assinaturas do decreto de promulgação da END e do Acordo de Cooperação com a França, uma aspiração da Marinha foi transformada em um projeto de Estado.

A consistente transferência de tecnologia histórica descrita ao longo do trabalho que, em variados graus, marcou todos os países que possuem submarinos nucleares, acabou por ratificar o conceito contido no referido Acordo, ao mesmo tempo em que deixou o alerta

para o requisito de haver uma adequada preparação de quem pretende absorver conhecimentos. Nesse diapasão, a proposta inicial de se buscar um caminho relativamente independente para a obtenção das características operacionais desejadas para o SN-BR mostrou-se válida. Tal proposta partiu da premissa de que há uma relação direta entre essas características, que definem as capacidades e limitações desse meio, e os empregos atribuídos a ele. Esta premissa foi confirmada ao longo do trabalho, após a constatação de que alguns empregos vislumbrados para os SNA não se concretizaram, por falta de características operacionais adequadas, bem como outras, conferidas a esses submarinos, permitiram a ampliação do escopo de tarefas atribuídas.

O estudo da experiência das Marinhas que desenvolveram e operam SNA permitiu elencar, de forma didática, dezoito empregos atribuídos a eles. Foi possível perceber algumas variações nas prioridades desses empregos entre os países, ensejando a necessidade da criação de um modelo próprio de prioridades para a MB. Essa etapa foi atingida após a identificação e hierarquização dos objetivos e diretrizes dos níveis político - PDN e estratégico – END, configurando os interesses nacionais passíveis de serem atendidos pelo SN-BR. Na sequência, esses empregos foram submetidos à doutrina em vigor na MB, o que pode apresentar algumas oportunidades para o aperfeiçoamento da DBM. Ademais, tornou-se possível deduzir quais dos possíveis empregos de um SNA seriam descartados e, principalmente, qual seria a hierarquia entre as tarefas a serem atribuídas ao SN-BR. Assim, foram identificados quatro grupos de prioridades: P1-grupo de empregos especificamente priorizados pela END para os submarinos, com destaque para a negação do uso do mar e as tarefas associadas; P2-grupo de empregos prioritários para o SN-BR, em virtude da dificuldade ou impossibilidade de se utilizar outros meios para o cumprimento de determinadas tarefas; P3-grupo de empregos importantes para o SN-BR, em virtude da priorização de alguns objetivos, estabelecida pela END, abrangendo desde o controle de área marítima até as operações em tempo de paz; e P4-grupo de empregos passíveis de serem atribuídos ao SN-BR e que atendem às diretrizes da PDN e da END. Cabe ressaltar que uma das formas identificadas para se efetuar uma permanente revisão dessas prioridades seria por intermédio dos jogos de guerra, que se propõem a emular situações que permitam rever, aprimorar e, até mesmo, inovar a doutrina.

De posse desses grupos de empregos, foram necessárias duas etapas para a dedução das características operacionais desejadas para o SN-BR, pois a avaliação qualitativa inicial das características que permitiriam conferir a melhor capacitação possível ao submarino, para sustentar suas ações e cumprir sua missão no teatro de operações designado, indicou que os empregos associados à prioridade P1 são fortemente demandantes de todos os atributos: mobilidade, capacidade de ocultação, permanência, autonomia, alcance, poder de fogo, flexibilidade e versatilidade. Nessa fase, foi verificado que tais atributos são interrelacionados e, em vários aspectos, antagônicos, à medida que a maximização de um tende a degradar ou comprometer a consecução de outros.

Em consequência, a segunda etapa consistiu na avaliação dos principais relacionamentos existentes entre os atributos e na busca e obtenção de valores quantitativos compatíveis com a realidade. Desta forma, as características operacionais propostas para o SN-BR estão delimitadas, na faixa inferior, pelos limites mínimos considerados aceitáveis para o atendimento dos interesses nacionais, e, no outro extremo, pelo estado da arte, de acordo com a experiência identificada nas Marinhas detentoras dos mais modernos projetos de SNA existentes. Com isso, pretende-se que o estabelecimento de um padrão de referência, baseado em dados reais, contribua para o aprimoramento do trabalho dos projetistas, engenheiros e técnicos envolvidos no projeto do SN-BR, de forma que ele seja compatível com as necessidades do Estado brasileiro.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Carlos Autran de Oliveira. **Aula inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais - CASO.** Rio de Janeiro: Centro de Instrução Almirante Áttila Monteiro Achée – CIAMA, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 10520:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASW sensors. **Global Security.org**, [199-?]. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/asw3.htm. Acesso em: 05 jul. 2011.

BRANDÃO, João Paulo Moreira. Por que o Brasil precisa de um submarino nuclear? **Nova Revista da EGN**. Rio de Janeiro, n. 6, p. 19-23, jul. 1996.

BRASIL. Decreto n° 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Brasília, DF, 1 jul. 2005. Seção 1, p. 5.

_____. Decreto n° 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Brasília, DF. 19 dez. 2008. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-305: doutrina básica da marinha. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior de Defesa. **MD35-G-01**: glossário das forças armadas. 4. ed. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. Decreto nº 1.246, de 16 de setembro de 1994. Promulga o Tratado para a Proscrição das Armas Nucleares na América Latina e no Caribe (Tratado de Tlatelolco), concluído na Cidade do México, em 14 de fevereiro de 1967, e as Resoluções números 267 (E-V), de 3 de julho de 1990, 268 (XII), de 10 de maio de 1991, e 290 (VII), de 26 de agosto de 1992, as três adotadas pela Conferência Geral do Orçamento para a Proscrição das Armas Nucleares na América Latina e no Caribe (OPANAL), na Cidade do México. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 1994. Disponível em: http://www2.mre.gov.br/dai/tlatelolco.htm. Acesso em: 09 jul. 2011.

BRASIL. Senado Federal. Decreto legislativo nº 128, de 08 de abril de 2011. Aprova o texto do Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Francesa na Área de Submarinos, celebrado no Rio de Janeiro, em 23 de dezembro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Brasília, DF, 08 abr. 2011. Disponível em: http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=243368&norma=263547>. Acesso em: 18 ago. 2011.

BREEMER, Jan. **Soviet submarines:** design, development and tactics. Englewood, CO: Jane's Information Group, 1989.

BRIGGS, John N. **Target detection by marine radar.** London, United Kingdom: Institution of Electrical Engineers, 2004. (IEE radar. Sonar and Navigation series, 16).

CHIEF of naval operations. Submarine warfare division. **Submarine frequently asked questions.** [200-?]a. Disponível em: http://www.navy.mil/navydata/cno/n87/faq. html>. Acesso em: 04 mar. 2011.

_____. **Submarine force of the future.** [200-?]b. Disponível em: http://www.navy.mil/navydata/cno/n87/future.html>. Acesso em: 25 maio 2011.

_____. **Future submarine force**: intelligence, surveillance, reconnaissance and targeting (IRST). [200-?]c. Disponível em: http://www.navy.mil/navydata/cno/n87/future/intelligence.html>. Acesso em: 25 maio 2011.

COOPERATIVE strategy for 21st century seapower. **Proceedings**, Annapolis, v. 133, n. 1257, p. 14-20, Nov. 2007.

COUNTDOWN TO LAUNCH of first Astute submarine at Barrow shipyard. **Shipping times**, Reino Unido, 10 maio 2007. Disponível em: http://www.shippingtimes.co.uk/item577_astute.htm>. Acesso em: 20 ago. 2011.

COUTAU-BÉGARIE, Hervé. **Tratado de estratégia.** Rio de Janeiro: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, 2010.

DEFENSE INDUSTRY DAILY. **France's Future SSNs:** The Barracuda Class. 07 jul. 2011. Disponível em: http://www.defenseindustrydaily.com/frances-future-ssns-the-barracuda-class-02902/. Acesso em: 15 jul. 2011.

ERICKSON, Andrew S.; GOLDSTEIN, Lyle J.; MURRAY, William S.; WILSON, Andrew R. (Ed.). **CHINA'S future nuclear submarine force.** Maryland: Naval Institute Press, 2007.

FRANÇA, Junia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas.** 8. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

HAYDON, Peter T. **Canada's future submarine capability.** Dalhousie University: Halifax, 2004. Disponível em: http://www.navyleague.ca/eng/ma/papers/Future_Submarine_Capability.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2011.

HMS Dreadnought 1963. **Global Security.org.,** [199-?]. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/hms-dreadnought-1963.htm#Tflrm1IevYw;email. Acesso em: 15 jun. 2011.

JONES, James V. **Supportability engineering handbook:** implementation, measurement and management. New York: McGraw-Hill Professional, 2007.

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação:** a ciência e a arte: navegação eletrônica e em condições especiais. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação. [1999?]. v. 3. Disponível em: https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/publica_manualnav3.html>. Acesso em: 02 jun. 2011.

MILLAR, Hayley. **A vision of evolving technologies. BBC** News, 30 ago. 2007. Disponível em: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk news/scotland/6969958.stm>. Acesso em: 20 ago. 2011.

NEIVA, Alvaro C. de A. **Tutorial sobre dB:** O decibel, [1999-2007]. Disponível em: http://www.alvaroneiva.site.br.com/tutdb.htm. Acesso em: 11 ago. 2011.

ORIGIN of the force de frappe. **The Nuclear Weapon Archive,** 24 dez. 2001. Seção History: Postwar Weapons Development, France. Disponível em: http://nuclearweaponarchive.org/ France/FranceOrigin.html>. Acesso em: 15 maio 2011.

PATTON, Jim; MILLER, David. Nuclear attack submarines. **International Defense Review**, Englewood, CO, n. 3, v. 8, 1995. Special Report.

PAULE, Marc Vincent de (mvdp@sfr.fr). **Entrevista eletrônica** concedida pelo capitão-decorveta Paule, submarinista da Marinha Nacional da França [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por etfer@globo.com em 14 jun. 2011.

PENALVA, Gastão. A vida nos "FF", 1914-1934. Rio de Janeiro: [s.n.], 1934. Prefácio. *In:* BRASIL. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documental da Marinha (Org.). **A vida nos** "FF", 1914-1934. 2. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2010.

PICARD, Michel; TERTRAIS, Bruno. La propulsion nucléaire, un savoir-faire indispensable à la souveraineté nationale. Paris: Fondation pour la Recherche Stratégique, 2006.

SHEFFIELD, Gary. **The Battle of the Atlantic:** the U-boat peril. **BBC,** Seção World Wars, 30 mar. 2010. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/history/worldwars/wwtwo/battle_atlantic_01.shtml>. Acesso em: 25 mar. 2011.

TAYLOR, Paul D. Why does Brazil need nuclear submarines? **Proceedings,** Annapolis, v. 135, n. 1276, p. 42-47, june 2009.

TELLIS, Ashley J.; BIALLY, Janice; LAYNE, Christopher; McPHERSON, Melissa; SOLLINGER, Jerry M. Measuring National Power in the Postindustrial Age: Analyst's Handbook. **RAND Monograph Report**, 2000. Disponível em: http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1110z1.html. Acesso em: 16 maio 2011.

THE ROLE of submarines in warfare. **Asian-Pacific Defence Reporter**, Austrália, 22 dez. 2010. Disponível em: http://www.asiapacificdefencereporter.com/articles/104/The-role-of-submarines-in-Warfare. Acesso em: 26 jul. 2011.

TREVIÑO-RUIZ, José M. Un giro en el empleo del arma submarina. **Revista General de Marina**, Madrid, v.237, p.7-16, jul. 1999.

VIDIGAL, Armando A. F. A missão das Forças Armadas para o século XXI. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 124, n. 10/12, p. 101-115, out./dez. 2004.

WALTERS, Robert E. **Sea power and the nuclear fallacy:** a reevaluation of global strategy. New York: Holmes & Meier, 1975.

ZENTGRAF, Maria Christina. **Introdução ao estudo da metodologia científica.** Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2011. Módulo de ensino.

ZETTERBERG, Viktoria. **Passive Acoustic Monitoring of Moving Targets by Sparse Underwater Sensor Network.** 14 ed. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology, 2008. Disponível em: http://www.bth.se/fou/forskinfo.nsf/all/8848383e73cec340c125757b00524 db8>. Acesso em: 13 maio 2011.

ZOPPO, C. E. **France as a nuclear power**. **RAND Paper**, 1962. Disponível em: http://www.rand.org/pubs/papers/2006/P2485.pdf>. Acesso em: 16 maio 2011.

		Guerra Fria	Atual	Tendência	Observações
]	Emprego dos SNA	608989	90	2030	
1	Interditar as LCM do inimigo	<u>URSS (EV-1 EUA)</u>	<u>CHI – (EV-2 EUA)</u>		Essa tarefa foi herdada dos submarinos convencionais, que também podem executá-la, embora com menos eficiência do que os SNA, pois aqueles dependem dos navios cruzarem suas zonas de patrulha.
2	Proteger as LCM de interesse	<u>URSS – P-6</u>	<u>CHI - P-1</u> .	CHI – P-1 . FRA – contribuir para o controle das LCM, garantindo o abastecimento de matériasprimas, materiais e energia.	Essa tarefa só pode ser executada por submarinos nucleares, já que os convencionais não têm a capacidade de acompanhar o rápido deslocamento dos navios mercantes em alto-mar.
3	Projetar poder sobre terra, por meio do lançamento de mísseis de ogivas convencionais contra objetivos militares em terra	URSS (EV-1 EUA) URSS – P-2	EUA - P-8 FRA - P-3 CHI - P-3. R.UN - P-1 - Kosovo	EUA – P-8 FRA – P-1. Apoiar a luta contra o terrorismo. CHI – P-3 R.UN – P-1	Essa tarefa pode ser executada tanto por submarinos convencionais quanto pelos de propulsão nuclear. O tamanho relativamente maior dos SNA permite, teoricamente, uma maior capacidade de carregamento de armamento. Adicionalmente, a capacidade limitada de evasão após o lançamento evidenciaria uma vulnerabilidade dos submarinos convencionais.
4	Negar o uso do mar às forças antagônicas	<u>URSS – P-1</u> .	<u>CHI - P-2</u> .	CHI – P-2. Na área da primeira cadeia de ilhas, enquanto perdurar a questão de Taiwan, essa tarefa seria a principal prioridade, a cargo, principalmente, dos submarinos convencionais, com o apoio dos SNA.	Essa tarefa pode ser executada tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. A vantagem do SNA sobre o convencional será tão maior quanto maior for a capacidade A/S da força antagônica.

5	Controlar áreas marítimas	R.UN – Malvinas URSS – P-1	<u>FRA - P-2</u> .	FRA – P-2. Desenvolvimento de uma maior capacidade e flexibilidade do armamento, por meio do aumento de 14 para 20 armas carregadas, e do acréscimo de mísseis de cruzeiro MDCN ao inventário existente de torpedos guiados a fio e mísseis SM-39. CHI – P-1. Essa seria a prioridade do poder naval chinês entre a primeira e a segunda cadeia de ilhas, em caso de conflito. EUA – desenvolvimento de redes de comunicações, propiciando aos submarinos a capacidade de comunicação sem restrições de velocidade ou cota de operação, com largura de banda adequada para a operação em rede com outros meios militares.	Em situações nas quais as forças antagônicas apresentem deficiência na execução de guerra A/S, os SNA podem executar essa tarefa, tal como observado na guerra das Malvinas.
6	Guerra antissubmarino (ASW)	EUA – CE-1 => P-1	<u>R.UN – P-1</u> . <u>FRA – P-1</u> .	EUA – P-1. Desenvolvimento de sensores, ativos e passivos, de forma a aumentar a superioridade atualmente existente, em relação às diversas ameaças vislumbradas. FRA – desenvolvimento de uma	Essa é a mais desafiadora tarefa para qualquer submarino e exige características operacionais especiais, que dependem de desenvolvimento tecnológico e experiência em projetos (Know-how).

				maior capacidade de detecção, necessária para fazer frente aos modernos SNA, submarinos	
				convencionais diesel-elétricos e com propulsão AIP de outros países.	
7	Guerra antissubmarino estratégica (S-ASW)	EUA – CE-1 => P-1 URSS – CE-1 – CE-2 – CE-1 => P-1/P-2			Além dos requisitos acima, essa tarefa exige mobilidade do submarino para o acompanhamento de seu alvo, não compatível com as possibilidades de um submarino convencional.
8	Proteger os próprios SSBN	$\frac{\text{URSS} - \text{P-3} \Rightarrow \text{P-1}}{\text{FRA} - \text{CE-1}}.$	FRA - P-1 . R.UN – P-1 .	FRA – P-1. Redução do NRI dos SNA da classe <i>Barracuda</i> . R.UN. Redução do NRI dos SNA da classe <i>Astute</i> .	Essa tarefa pode ser desempenhada, teoricamente, tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. À medida em que o grau de ameaça às áreas de operação dos SSBN aumente, as vulnerabilidades dos convencionais serão mais evidentes. Essa tarefa depende da capacidade do submarino realizar ASW.
9	Executar ações de inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR)	EUA – P-1 => <u>URSS – P-1 =></u>	EUA - P-5 .	EUA – P-5. Empregar UUV para auxiliar nas ações de ISR, além de coletar dados em águas muito rasas, preservando a integridade do "submarinomãe". Evoluir o termo de ISR para ISRT, acrescentando a atividade de <i>Targeting</i> (centrar no alvo), provendo informações visuais e eletrônicas quase em tempo real, aumentando significativamente os possíveis usos militares dos dados coletados na cena de ação (CHIEF, [200-?]c).	Essas ações derivaram dos usos já consagrados dos submarios convencionais para essa finalidade, porém com as vantagens da autonomia e da maior discrição dos submarinos nucleares. Em águas rasas, o custoxbenefício pode jogar a favor dos convencionais.

		T	T		
			R.UN – P-2	R.UN - monitorar forças antagônicas e efetuar reconhecimento de costa.	
				FRA — realizar patrulha costeira, em apoio às forças de segurança e policiais do país, por meio do registro de atividades ilícitas para uso posterior das autoridades competentes.	
		$\underline{EUA} - P-1 \Longrightarrow P-2$	<u>EUA - P-2</u> .	<u>EUA – P-2</u> .	Aproveitando-se de sua mobilidade, os
10	Guerra antissuperfície (ASUW) Guerra anti-HVU (C-ASUW)	<u>URSS – CE-1 => P-1</u>	<u>CHI - P-2</u> .	<u>CHI – P-2</u> .	SNA podem operar isoladamente ou em coordenação com submarinos convencionais para atacar forças de superfície. Mais uma vez, a vantagem do SNA sobre o convencional será tão maior quanto maior for a capacidade A/S da força antagônica.
11	Executar patrulhas de barreira, em coordenação com submarinos convencionais	<u>EUA – P-1</u> => abandono desse tipo de emprego (mudança de concepção e fim dos submarinos convencionais na USN).	CHI - P-2.		Para a coordenação efetiva dessa tarefa e da anterior, é necessário um razoável grau de implementação de comunicações entre os submarinos e as estações de terra (exercício de comando e controle, ou C ²)
12	Desembarcar forças de operações especiais	R.UN – Malvinas.	R.UN (EV-2 FRA) EUA - P-3 CHI (EV-4 EUA) FRA - P-2	EUA – P-3. Instalar sistema de lançamento de agentes em áreas mais afastadas da costa - ASDS. FRA – incorporar capacidade de lançamento de agentes no projeto da próxima geração de SNA – <i>Barracuda</i> , com previsão de lançamento em 2016.	Teoricamente, o maior espaço disponível a bordo dos submarinos nucleares permite a inserção de grupos maiores e mais bem equipados para o cumprimento de missões em terra.

13	Operar em apoio a grupamentos de navios de superfície nucleados em porta- aviões ou navios anfíbios	EUA - P-6 .	<u>EUA - P-6</u> <u>FRA – P-2</u>	Devido à necessidade de mobilidade, essa tarefa só pode ser desempenhada por submarinos de propulsão nuclear.
14	Executar operações de minagem	<u>EUA - P-7</u> .	EUA - P-7	Essa tarefa pode ser desempenhada tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. De um lado, águas rasas favoreceriam os convencionais, enquanto a maior capacidade de carregamento de minas favoreceriam os SNA.
15	Guerra de minas		EUA – aprimorar sonar ativo de alta frequência para a detecção de campos minados e incorporação de UUV, operados a partir do submarino. FRA – desenvolvimento de UAV e UUV para serem operados a partir de submarinos, de forma a reduzir a exposição dos SNA a riscos excessivos.	
16	Transportar pessoal e material (movendo secretamente grupos e materiais críticos para locais de interesse)			A mobilidade estratégica e a maior capacidade de transporte de material e pessoal favorecem decisivamente a utilização dos SNA para essa tarefa, em relação aos convencionais.

17	Operações em tempo de paz	URSS - ganhar respeito internacional, apoiar interesses econômicos, gerenciar crises, limitar as opções do adversário e exercer o controle de área marítima. R.UN - Mostrar a bandeira (1973); e - Gerenciar crises - Malvinas (1977).			
18	Executar operações SAR		<u>EUA - P-4</u> .	<u>EUA - P-4</u>	Pela rapidez de resposta requerida nesse tipo de situação, a mobilidade estratégica torna os submarinos de propulsão nuclear indispensáveis para o cumprimento dessa tarefa, especialmente em situações nas quais tenham que ser realizadas em áreas controladas por forças antagônicas ou em disputa.

Legenda:

EV-n, país => (**EV**) Emprego Vislumbrado – (**n**) prioridade, (**país**) autor da análise;

CE-n => (**CE**) Conceito de Emprego (do próprio país) – (**n**) prioridade;

P-n => (P-n) Prioridade atribuída pelo próprio país, obtida diretamente ou mediante análise dos textos das referências.

CHI => China;

R.UN. => Reino Unido; e

FRA => França.

Obs: As prioridades mostradas foram obtidas ao longo do texto do capítulo 3.

APÊNDICE B – O atendimento dos interesses nacionais por um submarino nuclear de ataque

Os	números	contid	os no
inte	rior das célu	ulas refe	erem-se
aos	empregos vi	islumbr	ados de
um	SNA, que m	elhor a	tendam
à P	DN e à EN	ND, de	acordo
com	a numeraçã	ão da ta	bela do
apêı	ndice A.		

	E	STRATEGIA N	ACIONAL DE D	DEFESA - E I	N D	
Dissuadir a	Organizar as	Desenvolver	Desenvolver a	Estimular a	Preparar para	Ampliar a
concentração de	Forças	as	capacidade de	integração	desempenhar	capacidade
forças hostis nos	Armadas sob	capacidades	responder	da	responsabilidades	de atender
limites das águas	a égide do	de monitorar	prontamente a	América	crescentes em	aos
jurisdicionais	trinômio	e controlar o	qualquer	do Sul.	operações de	compromisso
brasileiras e	monitorame	espaço aéreo	ameaça ou		manutenção da paz,	S
impedir-lhes o uso	nto/controle,	as águas	agressão: a		sob a orientação das	internacionai
do espaço aéreo	mobilidade e	jurisdicionais	mobilidade		Nações Unidas ou em	s de busca e
nacional.	presença.	brasileiras.	estratégica.		apoio a iniciativas de	salvamento
					órgãos multilaterais da	
					região.	

	I - manter forças
	estratégicas em condições de
	emprego imediato, para a
	solução de conflitos;
P	
o	II - dispor de meios
	militares com capacidade de
L Í	salvaguardar as pessoas, os bens
	e os recursos brasileiros no
T	exterior;
Ι	III
C A	III - aperfeiçoar a capacidade de
A	comando e controle e do
1.	sistema de inteligência dos
	órgãos envolvidos na Defesa
	Nacional;
_	**
D	V - aprimorar a vigilância, o
E	controle e a defesa das águas
	jurisdicionais;

				região.	
1-4-5-6-9- 10-11-13	5-9-11- 13	9	$ \begin{array}{r} 1 - 3 - 4 - 5 - 6 \\ - 7 - 9 - 10 - \\ 12 - 13 - 14 - \\ 15 \end{array} $		
	9	9	2-5-9-12- 13-15	5 - 12 - 13 - 15 - 17 - 18	17
4-5-9-11-13	9 - 11	9 - 11		5 – 9 – 13 - 17	17
4-5-9-10-11	9 – 11 - 13	9 – 11 - 13	4-5-9-11-		

APÊNDICE B – O atendimento dos interesses nacionais por um submarino nuclear de ataque

	,	-		T	1	ı	T	
	VI - aumentar a presença militar nas áreas estratégicas do Atlântico Sul;	9 – 13 - 17	9 – 13 - 17	9 – 13 - 17	7 - 9 - 13 - 17	13 - 17	9 – 13 – 15 – 17	17
D E F E	VIII - aperfeiçoar processos para o gerenciamento de crises de natureza político-estratégica;	4-5-6-9-10 -11-13	9 – 11	9 – 11	7 - 9 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15			
S A	X - proteger as linhas de comunicações marítimas de importância vital para o País;	4-5-6-9-10 -13	9	9	5 - 9 - 12 - 13			
N A	XIII - fortalecer a infra- estrutura de valor estratégico para a Defesa Nacional, prioritariamente a de transporte, energia e comunicações;				5 – 13 – 16			
C I O N A	XX - intensificar o intercâmbio com as Forças Armadas das nações amigas, particularmente com as da América do Sul e as da África, lindeiras ao Atlântico Sul;		17		17	17	17	
L	XXIII - dispor de capacidade de projeção de poder, visando à eventual participação em operações estabelecidas ou autorizadas pelo Conselho de Segurança da ONU; e		5	5	3-5-12-13 -15		3 - 5 - 12 - 13 - 15 - 17 - 18	
D N	XXVI - participar crescentemente dos processos internacionais relevantes de tomada de decisão, aprimorando e aumentando a capacidade de negociação do Brasil.	5 - 13				17	17	

E.	mnyaga dag CNA	Empregos para um SNA compatíveis com a Doutrina Básica da Marinha –	Observações
E.	mprego dos SNA	DBM (BRASIL, 2004)	
1	Interditar as LCM do inimigo	Esse emprego consta como uma tarefa que irá contribuir para a consecução da negação do uso do mar (p. 3-4).	Essa tarefa foi herdada dos submarinos convencionais, que também podem executá-la, embora com menos eficiência do que os SNA, pois aqueles dependem dos navios cruzarem suas zonas de patrulha, normalmente estabelecidas em pontos focais de tráfego de navios mercantes. Essa tarefa foi vislumbrada pelos EUA como uma ameaça soviética e agora como uma possibilidade para a China.
2	Proteger as LCM de interesse	Está previsto no âmbito das operações de defesa do tráfego marítimo, como atividade de proteção dos navios mercantes em trânsito (p. 4-15). Destacam-se as seguintes medidas (aplicáveis a submarinos): - escolta de comboios; - emprego de coberturas; e - patrulha de rotas (p. 4-16).	Essa tarefa só pode ser executada por submarinos nucleares, já que os convencionais não têm a capacidade de acompanhar o rápido deslocamento dos navios mercantes em alto-mar. Essa tarefa já fez parte das prioridades russas e foi vislumbrada como uma prioridade para a China e a França nos próximos anos.
3	Projetar poder sobre terra, por meio do lançamento de mísseis de ogivas convencionais contra objetivos militares em terra	Está previsto e pode ter um ou mais dos seguintes propósitos: - reduzir o poder inimigo, pela destruição ou neutralização de objetivos importantes; - apoiar operações em terra; - negar ao inimigo o uso de uma área (p. 3-4). As seguintes tarefas, classificadas como operações de ataque, também podem ser executadas com o lançamento de mísseis: - destruir ou neutralizar forças terrestres; - interditar comunicações terrestres; - reduzir a resistência de forças antagônicas em área terrestre; e - destruir ou danificar objetivos em terra. Está preconizado que os submarinos são especialmente indicados para operarem em áreas controladas pelo inimigo (p. 4-3).	Essa tarefa pode ser executada tanto por submarinos convencionais quanto pelos de propulsão nuclear. O tamanho relativamente maior dos SNA permite, teoricamente, uma maior capacidade de carregamento de armamento. Adicionalmente, a capacidade limitada de evasão após o lançamento evidenciaria uma vulnerabilidade dos submarinos convencionais. Finalmente, a mobilidade estratégica pode propiciar uma vantagem em relação aos submarinos convencionais e às forças de superfície, quando o fator tempo for importante para a ação. Por outro lado, a eventual necessidade de navegação em áreas com profundidades menores que 200m pode tornar a opção pelos submarinos convencionais mais aceitável. Essa tarefa constitui uma prioridade para todas as Marinhas que operam SNA e tem sido executada na prática em conflitos, pelas Marinhas dos EUA, Reino Unido e França, desde 1999.

4	Negar o uso do mar às forças antagônicas	Consiste em dificultar o estabelecimento do controle de área marítima ou a exploração de tal controle por forças antagônicas. Preconiza a destruição ou a neutralização de meios navais das forças antagônicas, o ataque às LCM e o ataque a pontos de apoio inimigos (p. 3-3, 3-4).	Essa tarefa pode ser executada tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. A vantagem do SNA sobre o convencional será tão maior quanto maior for a capacidade A/S da força antagônica. Essa tarefa é vislumbrada pela China, embora a prioridade seja para os SNA.
5	Controlar áreas marítimas	Conceitua-se como a consecução de um "certo grau de garantia de utilização, ainda que temporária, de áreas marítimas limitadas, estacionárias ou móveis, exercido na intensidade adequada à execução de atividades específicas." (p. 3-2). Pode ter os seguintes efeitos desejados: - provimento de áreas de operação segura para a projeção de poder sobre terra; - provimento de exploração e explotação dos recursos do mar; e - impedimento ao inimigo do uso de área marítima para projetar seu poder sobre território ou área que se deseja proteger (p. 3-3). Engloba também operações conduzidas fora da área que se deseja controlar, tais como o bloqueio, o ataque às forças inimigas em suas bases e a destruição de unidades inimigas nas grandes extensões oceânicas (p. 3-3). O bloqueio é uma operação que exerce "um certo grau de controle sobre determinada área, com o propósito de impedir o trânsito ou o movimento de navios." (p. 4-11). Essa operação envolve um conjunto de outras, tais como: minagem ofensiva; ataque por submarinos, nos limites geográficos do bloqueio; e esclarecimento associado a operações de ataque por forças capazes de interceptar e de destruir os meios que não respeitam o bloqueio (p. 4-11). Existe uma variante do bloqueio, que é o estabelecimento de uma Zona de Exclusão, onde se estabelece uma proibição de trânsito direcionada a determinado Estado, ao invés do caráter universal do bloqueio (p. 4-12).	Em situações nas quais as forças antagônicas apresentem deficiência na execução de guerra A/S e no controle do espaço aéreo a partir de terra, os SNA podem executar essa tarefa, tal como observado na guerra das Malvinas. Essa tarefa básica do poder naval constitui uma prioridade para os EUA, França e China. A participação prevista dos SNA é ampla, tanto de forma isolada, logo no início das ações, bem como em apoio a forças navais, no decorrer da crise ou conflito.
6	Guerra antissubmarino (ASW)	É constituída das operações antissubmarino, que são divididas em dois grupos: - as que visam os submarinos em trânsito ou posicionados em áreas onde constituam ameaça potencial, mas não imediata. Pressupõem o emprego de aeronaves com armamento antissubmarino, em coordenação com meios de sensoriamento (p. 4-4); e - as que se destinam tanto contra submarinos com possibilidade de detectar a força oponente quanto os que já concretizaram o ataque (p. 4-5).	Essa é a mais desafiadora tarefa para qualquer submarino e exige características operacionais especiais, que dependem de desenvolvimento tecnológico e experiência em projetos (<i>Know-how</i>). A meta de todos os países tem sido a de se qualificar para o desempenho dessa tarefa. Os EUA buscam manter a dianteira tecnológica nessa área. A França, China e Reino Unido buscam aprimorar seus projetos, por meio de investimentos em tecnologia.

			Essa operação exige, ainda, a coordenação entre o submarino e as aeronaves antissubmarino, requeredo um adequado sistema de Comando e Controle.
7	Guerra antissubmarino estratégica (S-ASW)	Não há uma referência específica a essa modalidade de emprego, embora possa ser enquadrada nas operações antissubmarino do primeiro grupo.	Além dos requisitos acima, essa tarefa exige mobilidade do submarino para o acompanhamento de seu alvo, não compatível com as possibilidades de um submarino convencional. Após o fim da Guerra Fria, analistas norte-americanos avaliam que a falta de condições de executar essa tarefa na prática poderá reduzir o aprestamento dos SNA da USN para tal, principalmente em relação aos SSBN chineses. Este emprego pode tornar-se crítico, no caso brasileiro, pois seria a única forma do país defender-se contra uma agressão nuclear lançada a partir de SSBN. A outra maneira seria por intermédio da dissuasão nuclear, atualmente concretizada, no âmbito das principais potências mundiais, com seus próprios SSBN.
8	Proteger os próprios SSBN	Esse emprego não se aplica ao Brasil, por não haver previsão do país obter um SSBN, tendo em vista a assinatura do Tratado de Tlateloco, que proscreve as armas nucleares na América Latina, promulgado no Brasil por meio do Decreto nº 1.246, de 16 de setembro de 1994 ¹ .	Essa tarefa pode ser desempenhada, teoricamente, tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. À medida em que o grau de ameaça às áreas de operação dos SSBN aumente, as vulnerabilidades dos convencionais serão mais evidentes. Essa tarefa depende da capacidade do submarino realizar ASW. Essa tarefa foi estabelecida como uma prioridade para a França e o Reino Unido.
9	Executar ações de inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR)	As operações de esclarecimento visam a obtenção de informações e são compostas das seguintes tarefas: - BUSCA: "localizar e informar a presença – ou confirmar a ausência – do inimigo em certa área"; - PATRULHA: "evitar que um alvo cruze determinada linha de barragem sem	Essas ações derivaram dos usos já consagrados dos submarios convencionais para essa finalidade, porém com as vantagens da autonomia e da maior discrição dos submarinos nucleares. A eventual necessidade de navegação em áreas com profundidades menores que 200m pode tornar a opção pelos submarinos convencionais mais aceitável.

 $[\]overline{^1 \, \text{Dispon\'ivel em http://www2.mre.gov.br/dai/tlateloco.htm. Acesso em: 09.jul.2011.}$

		ser detectado"; - ACOMPANHAMENTO: "acompanhar o movimento e a composição do inimigo, após ter sido detectado e localizado"; - RECONHECIMENTO: "obter informações sobre atividades e recursos do inimigo e coletar dados meteorológicos, hidro-oceanográficos, geográficos, eletromagnéticos e outros, numa determinada área" (p. 4-10). A doutrina ressalta que os submarinos são especialmente adaptados para realizar esclarecimento em áreas controladas pelo inimigo (p. 4-10).	Esse emprego dos SNA, tanto em tempos de paz quanto em crise, propicia um alto grau de adestramento e apresentaram resultados práticos para as Marinhas que a executaram.
10	Guerra antissuperfície (ASUW) Guerra anti-HVU (C-ASUW)	É composta, basicamente, pelas operações de ataque, cabendo aos submarinos o emprego de torpedos e mísseis para destruir ou neutralizar os meios das forças navais antagônicas. Pode abranger também operações de minagem, esclarecimento ou bloqueio (p. 4-3), abordadas em outros itens deste apêndice.	Aproveitando-se de sua mobilidade, os SNA podem operar isoladamente ou em coordenação com submarinos convencionais para atacar forças de superfície. Mais uma vez, a vantagem do SNA sobre o convencional será tão maior quanto maior for a capacidade A/S da força antagônica. Essa seria, teoricamente, a tarefa que, relativamente, é a que menos exige das características operacionais dos SNA, em comparação à guerra A/S.
11	Executar patrulhas de barreira, em coordenação com submarinos convencionais	O emprego de submarinos em patrulha está previsto e consiste em evitar que um alvo cruze determinada linha de barragem sem ser detectado. Ele faz parte das operações de esclarecimento (p. 4-10), abordadas no item 9 deste apêndice.	Para a coordenação efetiva dessa tarefa e da anterior, é necessário um razoável grau de implementação de comunicações entre os submarinos e as estações de terra (exercício de comando e controle, ou C²). A estratégia da China prevê esse tipo de emprego.
12	Desembarcar forças de operações especiais	Previsto no âmbito das operações especiais, cujo propósito é o de "destruir ou danificar objetivos específicos, capturar ou resgatar pessoal ou material, obter informações, despistar e produzir efeitos psicológicos." (p. 4-13).	Teoricamente, o maior espaço disponível a bordo dos submarinos nucleares permite a inserção de grupos maiores e mais bem equipados para o cumprimento de missões em terra. Por outro lado, a eventual necessidade de navegação em áreas com profundidades menores que 200m pode tornar a opção pelos submarinos convencionais mais aceitável. Essa tarefa apresenta uma tendência de incrementação nos próximos anos. Analistas norte-americanos e franceses acreditam que essa será uma prioridade também para a China e Reino Unido, respectivamente. O sigilo e a surpresa são características dessas operações, fazendo com que o submarino seja um vetor adequado de transporte dessas forças, desde que adaptado para o embarque, o desembarque e alojamento adequados para o pessoal.

13	Operar em apoio a grupamentos de navios de superfície nucleados em porta-aviões ou navios anfíbios	Especificamente, estão previstas operações de apoio a uma força naval ameaçada por submarinos dotados de mísseis táticos (p. 4-5), o que configuraria, para o submarino, executar a guerra A/S. De forma mais genérica, esse apoio poderia ser enquadrado na tarefa básica de controlar áreas marítimas (p. 3-2, 3-3). Neste caso, o submarino poderia ser empregado dentro ou fora da área a ser controlada, em proveito da força naval.	Devido à necessidade de mobilidade, essa tarefa só pode ser desempenhada por submarinos de propulsão nuclear. Esse emprego faz parte da tarefa básica de controle de área marítima, apresentando grande potencial de incrementação, principalmente em áreas com ameaça de submarinos.			
14	Executar operações de minagem	Estão previstas para submarinos, especialmente em áreas controladas por forças oponentes (p. 4-8, 4-9).	Essa tarefa pode ser desempenhada tanto por submarinos convencionais quanto por SNA. De um lado, águas rasas favoreceriam os convencionais, enquanto a maior capacidade de carregamento de minas favoreceriam os SNA. É necessário considerar o risco relativo entre atribuir tal tarefa, normalmente realizadas em águas rasas, a uma submarino convencional ou SNA.			
15	Guerra de minas	São descritas como operações de contramedidas de minagem, que visam reduzir ou controlar a ameaça constituída pelas minas lançadas pelo inimigo (p. 4-8 a 4-10).	A capacitação dos SNA para a detecção de minas propicia também certa vantagem na detecção de submarinos convencionais, dependendo da faixa de frequências utilizadas pelo sonar do SNA, em relação à faixa de detecção passiva pelo convencional. A utilização de drones é uma tendência, provavelmente exigindo significativos investimentos no desenvolvimento tecnológico do respectivo sistema.			
16	Transportar pessoal e material (movendo secretamente grupos e materiais críticos para locais de interesse)	Este emprego não está explicitamente contemplado na DBM. Infere-se que esse transporte englobaria pessoas não afetas a operações especiais e materiais não relacionados às necessidades logísticas da força. Nesse sentido, seria efetuado para atender necessidades operacionais.	A mobilidade estratégica e a maior capacidade de transporte de material e pessoal favorecem decisivamente a utilização dos SNA para essa tarefa, em relação aos convencionais. Esse conceito poderia ser incorporado à DBM oportunamente, por ocasião de sua revisão, sob o título de "Apoio Operacional Móvel", de forma complementar ao conceito de apoio logístico móvel, preconizado na doutrina.			
17	Operações em tempo de paz	Para a DBM, são compostas de várias possibilidades de emprego, subdivididas em: I) O Poder Naval em tempo de paz (p. 6-1 e 6-2), com destaque para o apoio à política externa do país, por meio de: a) Visitas a portos estrangeiros;	"Dentro do aspecto amplo de todos os tipos de ações e operações de paz, as forças navais podem ser empregadas para" (p. 6-4): - controle de área marítima; - patrulhamento ou monitoração; - evacuação de pessoas;			

		 b) Presença de força naval em áreas de interesse. Nessa modalidade, destaca-se a evacuação ou resgate de não combatentes, que inclui cidadãos brasileiros em áreas de risco; c) Operações executadas em razão de compromissos internacionais; e d) Exercícios com Marinhas amigas. II) O Poder Naval em Operações de Paz (p. 6-2 a 6-4), "desenvolvidas normalmente sob a égide de organismos e alianças internacionais, resoluções ou acordos" (p. 6-2), consistindo de: a) Diplomacia preventiva, com ou sem o uso da força; b) Promoção da paz, em apoio às ações diplomáticas; c) Manutenção da paz, destacando-se a garantia da segurança de áreas marítimas para a execução de ações de assistência humanitária; d) Imposição da paz, quando o Conselho de Segurança da ONU estabelecer a necessidade do uso da força; e e) Consolidação da paz, com foco na recuperação da infraestrutura afetada, mas podendo requerer atuação militar. III) Patrulha Naval, com o propósito de fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, contribuindo para apoiar os órgãos governamentais responsáveis pela repressão a ilícitos penais praticados em embarcações, plataformas ou ilhas artificiais; IV) Socorro, para auxílio a pessoas em perigo no mar. São conhecidas pela sigla internacional SAR (Search And Rescue), ou "Busca e Resgate". V) Outras atribuições, com destaque para a atividade de defesa civil, "decorrente da participação da MB no Sistema Brasileiro de Defesa Civil." (p. 6-7). 	- respaldo às ações diplomáticas pela presença; - atuar no espectro eletromagnético, seguindo conceitos e técnicas de guerra eletrônica. As operações em tempos de paz são aplicáveis a submarinos, de um modo geral. A evacuação ou resgate de não combatentes podem ser conduzidas em ambiente permissivo ou hostil, sendo a primeira concentrada em aspectos logísticos e diplomáticos e a segunda focada em operação militar (p. 6-1). Novamente, a mobilidade estratégica do SNA poderá indicá-lo para atuar de forma prioritária nesse tipo de emprego, principalmente se for necessária a inserção de forças especiais para a realização da operação. O emprego de meios militares também pode ser necessário por ocasião de grandes catástrofes naturais (p. 6-2). Em relação à atividade de defesa civil, ressalta-se a capacidade de um submarino nuclear fornecer energia elétrica para o funcionamento de vários serviços essenciais, tais como hospitais, portos ou outros. Sua limitação deve-se a um local compatível, próximo a portos ou atracadouros, para a conexão de tomadas de energia.
18	Executar operações SAR	Essa operação, tal como identificada no estudo dos empregos de submarinos em outras Marinhas, não foi abordada especificamente na DBM. A diferença fundamental entre as operações SAR, descritas acima, e a preconizada pela USN, deve-se ao ambiente em que são realizadas, aquela em tempo de paz e esta em tempos de crise.	Pela rapidez de resposta requerida neste tipo de situação, a mobilidade estratégica torna os submarinos de propulsão nuclear indispensáveis para o cumprimento dessa tarefa, especialmente em situações nas quais tenham que ser realizadas em áreas controladas por forças antagônicas ou em disputa. Assim, caberia a inclusão de uma modalidade de operações SAR em tempos de crise na DBM, o que implica uma adequada coordenação — C² - entre o submarino e os demais participantes.

ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS PROPOSTAS PARA O SN-BR

A seguir, serão abordados aspectos referentes às características operacionais selecionadas, tendo como parâmetro orientador a definição para esse termo, estabelecida em 5.1: Atributos que conferem <u>a maior capacitação possível</u> ao meio para sustentar suas ações e cumprir sua missão no teatro de operações designado, a partir de um perfil de usos predeterminado.

Inicialmente, é possível constatar que os empregos que compõem a prioridade P1 do SN-BR são intensamente demandantes. Isso porque, conforme abordado no capítulo 2, em um cenário limite de desbalanceamento de forças, a negação do uso do mar só poderá ser efetuada, em um primeiro momento, por submarinos. Essa constatação impõe grande pressão sobre os projetistas brasileiros, pois a necessidade do poder naval para as características operacionais de seus submarinos seria "muito de tudo". Por esta razão, a utilização de parâmetros de referência poderia contribuir para o desenvolvimento de um trabalho consistente. Assim, considerando que a determinação técnica e detalhada da maior capacitação possível a ser conferida ao SN-BR depende de fatores e estudos que fogem ao alcance deste trabalho, serão buscados valores reais obtidos por outras Marinhas, o que permitirá balizar uma faixa de referência para os projetistas, engenheiros e técnicos brasileiros. Analogamente, esses valores poderão permear negociações junto à assessoria francesa, no decorrer do cumprimento do Acordo de cooperação em vigor.

O QUADRO 10 apresenta a importância de cada característica para os empregos vislumbrados. Dessa forma, será possível medir as vantagens do atendimento ou, tão importante quanto isso, as consequências do não atendimento de certas características

operacionais para o SN-BR. Isso significa que poderá haver um compartilhamento de informações importantes na MB, entre o setor operativo (onde estão os usuários finais) – de onde provém a maior demanda de capacidades, e o setor do material (onde estão os projetistas, engenheiros e técnicos responsáveis pelo projeto e construção do submarino) – de onde surgem os maiores desafios para a superação de limitações, ainda na fase de projeto.

APÊNDICE D – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

QUADRO 10
Aspectos qualitativos das características operacionais do SN-BR

			Capacidade	Mobilidade	Poder de Fogo	Permanência	Flexibilidade	Alcance	Autonomia	Versatilidade
Prioridade		Emprego dos SNA	de ocultação (stealth)	(mobility)	(firepower) (punch)	(endurance)	(flexibility)	(reach)	(autonomy)	(versatility)
P1	4 6 10 1	Negar o uso do mar às forças antagônicas Guerra antissubmarino (ASW) Guerra antissuperfície (ASUW) Guerra anti-HVU (C-ASUW) Interditar as LCM do inimigo Projetar poder sobre terra, por meio do lançamento de mísseis de ogivas convencionais contra objetivos militares em terra	ALTA Essa capacidade torna-se mais crítica na razão da quantidade e da capacidade A/S das forças antagônicas na área marítima em disputa	ALTA	ALTO Quanto maior for o desbalanceamento de forças, maior a necessidade de armamento para o submarino	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA Exceto pela tarefa [6], o nível político ou estratégico pode decidir graduar o emprego da força
	7	Guerra antissubmarino estratégica (S-ASW) Operar em apoio a	ALTA	ALTA	MÉDIA	ALTA	BAIXA	ALTO	ALTA	BAIXA
P2	13	grupamentos de navios de superfície nucleados em porta-aviões ou navios anfíbios	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTO	MÉDIA	ALTA
	18	Executar operações SAR	BAIXA		BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTO	MÉDIA	BAIXA

APÊNDICE D – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

QUADRO 10 Aspectos qualitativos das características operacionais do SN-BR

			Capacidade	Mobilidade	Punch	Permanência	Flexibilidade	"Alcance"	Autonomia	Versatilidade
		Emprego dos SNA	de ocultação (stealth)	(mobility)	Poder de Fogo	(endurance)	(flexibility)	(reach)	(autonomy)	(versatility)
	5	Controlar áreas marítimas	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA
	12	Desembarcar forças de operações especiais	ALTA	BAIXA	BAIXO	MÉDIA	BAIXA	ALTO	MÉDIA	BAIXA
Р3	9	Executar ações de inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR)	MÉDIA	BAIXA	BAIXO	ALTA	BAIXA	ALTO	ALTA	BAIXA
	11	Executar patrulhas de barreira, em coordenação com submarinos convencionais	ALTA	MÉDIA	BAIXO	ALTA	BAIXA	ALTO	ALTA	BAIXA
	2	Proteger as LCM de interesse	MÉDIA	ALTA	MÉDIO	MÉDIA	BAIXA	ALTO	ALTA	ALTA
	15	Guerra de minas	ALTA	BAIXA	BAIXO	MÉDIA	BAIXA	MÉDIO	MÉDIA	MÉDIA
	17	Operações em tempo de paz	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA
P4	14	Executar operações de minagem	ALTA	BAIXA	BAIXO	MÉDIA	BAIXA	ALTO	MÉDIA	MÉDIA
	16	Transportar pessoal e material (movendo secretamente grupos e materiais críticos para	MÉDIA	ALTA	BAIXO	BAIXA	BAIXA	MÉDIO	ALTA	BAIXA

locais de interesse)

A seguir, serão abordados alguns aspectos quantitativos referentes às características operacionais identificadas.

a) Capacidade de ocultação

Conforme abordado em 5.1, essa característica compreende aspectos e componentes, resumidos no QUADRO 11 e submetidos a uma breve análise, em seguida.

QUADRO 11
Aspectos componentes da capacidade de ocultação

Aspectos	Comentários	Componentes
DISCRIÇÃO	A discrição implica a condução das operações sem que seja percebida sua presença.	BAIXO NRI
INICIATIVA DAS AÇÕES	Uma decorrência da discrição é a iniciativa das ações, que é a habilidade da força submarina causar grande incerteza nas forças antagônicas quanto à sua localização e composição, permitindo a um submarino escolher a forma e o momento do ataque, utilizando-se da surpresa.	СМО

i. Baixo NRI.

Mahnken afirma que os projetos dos SNA da USN são otimizados para ASW (ERICKSON et al., 2007, p. 378), o que implica a importância máxima de se conferir a característica operacional de baixo NRI para esses meios. Essa percepção decorre de uma forte cultura construída ao longo da Guerra Fria, quando a ameaça dos submarinos soviéticos direcionava todos os esforços norte-americanos, no sentido de localizar e acompanhar para, eventualmente, destruir os submarinos soviéticos. Em decorrência, a capacidade de operar sem ser detectado em águas inimigas foi um ponto forte na comparação de poderes combatentes. Não obstante, é possível verificar a importância dessa característica operacional,

outros empregos vislumbrados para os submarinos nucleares da USN foram facilitados por essa característica, a saber: [9]-ISR, [10]-ASUW, [5]-controlar áreas marítimas, [12]-desembarcar forças especiais, [11]-executar patrulha de barreira, [15]-guerra de minas e [14]-executar operações de minagem. Ademais, Mahnken afirma que esse período mostrou que construir submarinos silenciosos é um grande desafio. Tanto a Rússia quanto a China são países utilizados como exemplos de que essa característica não se obtém de uma hora para outra (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 382).

Até o advento de um dos mais graves casos de espionagem da história dos EUA, em que um militar da USN e membros da família passaram informações privilegiadas aos russos durante mais de quinze anos, Patton afirma que os russos não tinham ideia do quanto seus submarinos eram ruidosos, sendo que a vantagem acústica dos SNA da USN sobre os submarinos soviéticos, em termos de NRI, chegou a 40dB, o que significaria uma diferença da ordem de 10.000:1¹ (ERICKSON et al., 2007, p. 276). Essa rede de espionagem, conhecida como "a família Walker/Whitworth", também é citada por Breemer (1989, p. 138) como uma das fontes dos russos que os alertaram para a necessidade de rever seus projetos de submarinos. A partir de então, verificando a importância do NRI como uma necessidade vital no campo da guerra antissubmarino, os russos aceleraram a evolução de seus projetos. Assim, os submarinos da classe *Victor*, da segunda geração de projetos russos, apresentaram um menor NRI (BREEMER, 1989, p. 108 - 109). Na sequência, os SNA da classe *Victor III* foram avaliados como quase tão silenciosos quanto os primeiros modelos da classe *Los Angeles*, da USN (ERICKSON et al., 2007, p. 148). A partir de 1971, os submarinos russos passaram a receber uma cobertura anecoica no casco (BREEMER, 1989, p. 125),

¹ De acordo com as leis da acústica do som, variações lineares de 3 dB nos valores de NRI implicam variações quadráticas de energia irradiada (NEIVA, [1999-2007]). Os 40 dB mencionados representam 13,33 x 3 dB. Em decorrência, a diferença seria de dois elevado a 13,33, resultando em 10.321, ou aproximadamente 10.000:1, conforme apresentado.

aprimorando ainda mais essa característica operacional. Finalmente, surgiram os submarinos da classe *Akula*, os primeiros que conseguiram se aproximar, ou se igualar, aos submarinos da USN, em termos de baixa assinatura acústica (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 92). Os *Akula II* são considerados os mais modernos submarinos russos e mais silenciosos que os da classe 688I (*Los Angeles Improved*), incorporando tecnologia de redução de ruídos ativa (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 150).

A FIG. 2 mostra a evolução dos projetos dos submarinos da USN e da URSS, entre as décadas de 50 e 90, em termos de NRI:

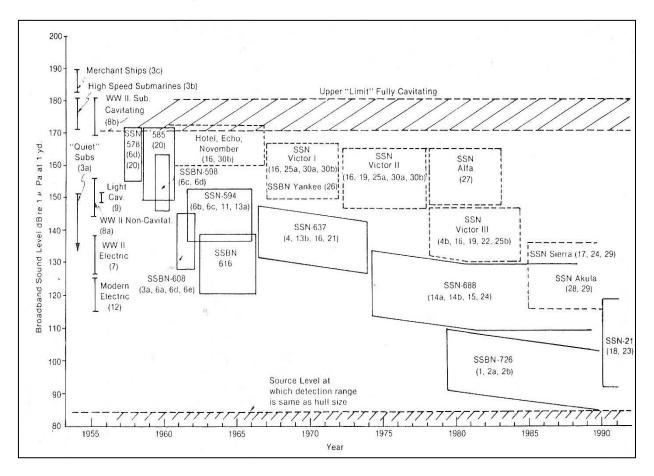


FIGURA 2: Evolução do NRI dos SNA norte-americanos e soviéticos durante a Guerra Fria FONTE: BREEMER, 1989, p. 149.

É possível observar, da FIG. 2, que o limite inferior factível de NRI seria da ordem de 85 dB, e que os submarinos da USN, classe *Seawolf* (SSN-21), apresentam um NRI

pouco acima de 90 dB. Destaca-se também uma faixa de cerca de 20 dB para uma mesma classe. É muito provável que esta faixa refira-se à variação do NRI entre a situação mais discreta para o submarino – baixas velocidades; e a correspondente à máxima potência do reator, das bombas de circulação, da rotação das turbinas, eixo e hélice da propulsão, além do máximo ruído de fluxo – correspondendo à sua velocidade máxima. Esse dado pode representar uma informação importante para os projetistas brasileiros.

Quanto à China, Erickson (2007, p. 10) avalia que seria muito arriscado para seus SNA operarem em mar aberto, em seu entorno estratégico, devido à suposta desvantagem que ainda apresentam em relação às mais modernas forças A/S, em termos de NRI. Evidencia-se a importância dada ao NRI como fator decisivo na guerra antissubmarina em áreas de menor interferência do meio ambiente, notadamente na modalidade "submarino versus submarino", ou simplesmente "Sub x Sub". De fato, a vantagem na distância de detecção do submarino adversário praticamente decidirá quem manobrará e lançará primeiro seu armamento. Na guerra submarina, em particular, a iniciativa das ações confere uma vantagem potencialmente decisiva no confronto. Os submarinos chineses convencionais e nucleares eram considerados ruidosos e ineficientes. No entanto, com a incorporação dos convencionais da classe "Kilo" russos e dos nucleares das classes 093 (SNA) e 094 (SSBN), a força de submarinos chinesa passou a chamar a atenção dos analistas norte-americanos. O hélice de sete pás, sonares digitais de origem francesa, placas anecoicas e os motores diesel alemães acrescentaram características operacionais de menor NRI, além de uma maior velocidade e maior confiabilidade dessas plataformas. O NRI da classe 093 seria comparável ao de submarinos diesel-elétricos ocidentais de meados da década de 80, tornando-os extremamente silenciosos, notadamente quando em modo de propulsão com baterias² (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 60 – 61). Adicionalmente, o Centro de Pesquisa Científica de Navios da China estaria desenvolvendo projetos inovadores de hélices e calços amortecedores para as bombas de circulação de água salgada do ciclo de vapor do reator nuclear. Embora não haja confirmação, estima-se que os submarinos da classe 093 apresentem um NRI da ordem de 110 decibéis (dB), colocando-os no mesmo patamar dos *Akula* russos e dos *Los Angeles* norte-americanos, supostamente mais ruidosos do que os SNA norte-americanos da classe *Seawolf* e *Virginia*. Os da classe 094 teriam um NRI de 120 dB (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 195; BREEMER, 1989, p. 149).

Considerando a importância de um projeto que confira um baixo NRI ao SN-BR, recomenda-se que esse aspecto torne-se um "mantra" na mente dos engenheiros, técnicos e operadores. Não obstante, o caso brasileiro apresenta o potencial de ter um processo diferente dos casos chinês e russo. Existem relatos sobre oficiais chineses atribuindo grande interesse no baixo NRI dos SNA da MNF (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 189), indicando um importante aspecto a ser levado em consideração durante o processo de execução dos contratos decorrentes do Acordo de cooperação em vigor (BRASIL, 2011).

ii. Cota máxima de operação.

Conforme apontado no QUADRO 11, a CMO é o segundo componente da capacidade de ocultação de um submarino. Isso porque, conforme abordado em 2.1.2, a exploração do plano vertical pelo submarino permite que ele posicione-se sempre da forma

A propulsão dos submarinos diesel-elétricos, quando em imersão, é elétrica, a partir da energia acumulada em suas baterias. Já os submarinos com propulsão nuclear necessitam operar uma planta a vapor para gerar a energia necessária para movimentar turbinas e, após passar por engrenagem redutora, movimentar o eixo propulsor. Além disso, bombas de água salgada e doce de resfriamento tendem a tornar a instalação nuclear mais ruidosa. Assim, alguns projetos de submarinos nucleares incorporaram o modo de propulsão elétrico, de forma a operarem em modo silencioso, quando necessário (Nota do autor).

mais favorável à detecção ou para evitar a contradetecção. O problema, neste caso, recai sobre os significativos desafios tecnológicos para permitir essa exploração, pois a massa líquida dos oceanos não tem sido um lugar propício à presença do homem. Enquanto a distância terra-lua é da ordem de 385.000Km e a maior profundidade dos oceanos, a fossa das Marianas, é de aproximadamente 11Km, seria possível argumentar, cientificamente, que a dificuldade para o homem atingir esses pontos seja equivalente. Um dos maiores desafios para a operação de submarinos mergulhados deve-se à diferença entre as pressões interna – aproximadamente a pressão atmosférica, e a externa, equivalente à pressão do mar. Assim, enquanto a pressão interna mantém-se por volta de 1 atmosfera, a externa aumenta de uma atmosfera a cada dez metros de aumento na cota de operação. A 100m, essa diferença é de 9 atmosferas; a 200m, de 19 atmosferas; a 300m, de 29 atmosferas, e assim por diante. Dessa forma, a operação do submarino torna-se cada vez mais crítica. Falhas nas condições de estanqueidade de juntas, válvulas, redes, sistemas e o próprio casco do submarino tendem a ser fatais, pois a vazão e a pressão da água que entra a bordo, de forma descontrolada, rapidamente supera a capacidade do submarino esgotá-la. A cada segundo que passa o submarino fica mais pesado, e o lapso de tempo que o permitirá chegar novamente à superfície é reduzido. É por isso que, entre os submarinistas, o alagamento é muito mais temido do que o incêndio.

Os SNA da classe "Victor III" teriam sua CMO entre 400 e 600m (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 148) e os da classe "Akula II", 600m, supostamente comparável apenas aos da classe "Seawolf", da USN. Em casos extremos, os Akula II poderiam mergulhar a até 800m de profundidade (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 150). Os SNA franceses, da classe *Barracuda*, teriam uma CMO superior a 350m³.

Disponível em: http://www.defenseindustrydaily.com/frances-future-ssns-the-barracuda-class-02902/.

Acesso em: 15 jul. 2011.

iii. Conclusão parcial

Quanto à exigência do menor NRI possível, os empregos do SN-BR em [6]-ASW e [7]-S-ASW, estabelecidos dentro das prioridades P1 e P2, mas que permeiam também as tarefas [13], [5] e [11], podem representar um grande desafio tecnológico, pois seu NRI deverá ser compatível com o dos mais modernos SNA e SSBN existentes. De acordo com os dados obtidos, o SN-BR deveria apresentar um NRI mínimo entre cerca de 90 e 110 decibéis (dB)⁴, com um acréscimo de 20 dB para limitar a pior situação, na qual a prioridade é a velocidade, em detrimento da discrição, mas mantendo um nível aceitável de ruído irradiado. O interesse dos chineses no baixo NRI dos submarinos franceses (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 189) e o Acordo de Cooperação na área de submarinos podem contribuir para um projeto brasileiro que contemple essa característica de forma adequada. Alguns aspectos identificados ao longo do trabalho podem contribuir para o processo de obtenção de um submarino atualizado tecnologicamente, em termos de NRI:

- Alcançar o mínimo NRI para maximizar a capacidade de ocultação do submarino, em condições especiais. A MNF atingiu este objetivo por intermédio da circulação natural para o resfriamento do reator, sem a utilização das bombas de circulação. Isso é possível graças à construção física do conjunto de geração de energia. Nele, o gerador de vapor, em vez de ser ligado ao reator por meio de um coletor sob pressão, é colocado diretamente sobre o vaso contendo o combustível nuclear. Entre outros benefícios, esta disposição contribui para a discrição acústica, pois o fluxo de resfriamento de água do circuito

É forçoso reconhecer que essa faixa é bastante ampla, dado que variações lineares de 3 dB nos valores de NRI implicam variações quadráticas de energia irradiada (NEIVA, [1999-2007]), para efeitos de contradeteção, mas, em certa medida, reflete bem a complexidade desse parâmetro em projetos de submarinos.

primário é mantido, em baixa velocidade, dispensando o uso das referidas bombas de circulação, uma fonte importante de ruído a bordo⁵ (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 24);

- Limitar o NRI tão próximo quanto possível do mínimo, na faixa de altas velocidades. Um grande desafio para os projetistas será o de conferir a máxima velocidade possível com um mínimo de ruído irradiado. De acordo com a experiência de outras Marinhas, o ruído de fluxo causado pelas aberturas de casco e as bombas de circulação do reator podem causar sérias limitações a esse objetivo. Esse fator é fundamental para permitir rápidos deslocamentos de forma discreta, enquanto mantendo uma boa capacidade de escuta; e

- Prover um eficiente isolamento acústico do casco. Foi visto que outras Marinhas, tais como a russa e a da MRPC, utilizam uma cobertura anecoica. Em relação a esse dispositivo, os SNA da classe *Astute* utilizam mais de 39.000 placas anecoicas para mascaramento da assinatura acústica conferirão a esta classe o menor NRI jamais alcançado por um submarino da MRU (COUNTDOWN TO LAUNCH..., 2007). Além disso, a USN e a Rússia estariam usando dispositivos ativos de redução de ruídos.

Quanto à CMO, o valor mínimo a ser atingido por um moderno SNA seria superior a 350m, conforme previsto para os SNA franceses da classe *Barracuda*. O valor desejável deste parâmetro seria superior a 600m, obtido pela USN, a partir da classe *Seawolf*. Embora, em termos de capacidade de ocultação, levar o submarino o mais fundo possível seria o parâmetro desejável, é necessário verificar outros aspectos, de caráter técnico, que fogem ao escopo deste trabalho, que possam limitar esse valor.

A solução adotada pela MNF é bastante original no campo da propulsão marítima. Sua primeira aplicação foi efetuada pelos alemães, no cargueiro "Otto Hahn" (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 24).

b) mobilidade

De acordo com o descrito em 5.1, a mobilidade representa a capacidade de deslocar-se prontamente e a longas distâncias, mantendo elevado nível de prontidão, ou seja, em condições de emprego imediato. A melhor expressão desta característica seria dada pela velocidade máxima que um submarino pode alcançar e manter, conferindo-lhe a capacidade de interceptar uma força naval, de acompanhar alvos de interesse, de chegar a um ponto prédeterminado com rapidez ou de se evadir, por força de uma situação tática desfavorável. Esse valor estaria limitado por escolhas entre alguns fatores antagônicos, tais como a máxima potência a ser fornecida pelo reator, acarretando maiores dimensões e peso da planta (e do submarino), bem como a quantidade e o tipo de combustível utilizado (tecnologia e teor de urânio enriquecido), em oposição à necessidade de um submarino pequeno, silencioso e que seja imobilizado o menor número de vezes possível para as trocas de combustível. Algumas soluções identificadas em outras Marinhas poderão indicar um caminho para o projeto do SN-BR.

Os SNA da classe *Victor*, da ex-URSS, incorporaram aprimoramentos importantes, em relação a seus antecessores, entre as décadas de 1960 e 1970: uma maior velocidade (de 25 para 30 nós), com um reator de 30.000 hp⁶, e um menor NRI (BREEMER, 1989, p. 108 - 109). A característica de velocidade é antagônica ao NRI, pois o aumento daquela acarreta um maior ruído de fluxo, ocasionado pelo deslocamento do submarino na água, bem como um aumento do ruído gerado por uma maior requisição das bombas de circulação de água salgada, conjunto propulsor (eixo e hélice) e máquinas principais e

hp – horsepower, ou "cavalos". Trata-se de uma medida de potência, no caso, dos reatores nucleares citados (Nota do autor).

auxiliares. Segundo Breemer (1989, p. 147), a principal razão dos submarinos soviéticos serem mais ruidosos do que os da USN, durante a Guerra Fria, seria decorrente de uma priorização da velocidade, em detrimento da capacidade de ocultação, de seus projetos. Outro fator destacado por Breemer (1989, p. 113) trata do excesso de aberturas de livre alagamento no casco. Assim, a chamada "revolução silenciosa" (Tradução nossa) da Marinha russa seria fruto de uma revisão, dentre outros aspectos, da solução de compromisso entre a velocidade máxima e o projeto do casco. Por esta razão, os submarinos da classe *Victor* representaram um significativo salto tecnológico para a Marinha russa (ver FIG.1). Posteriormente, os SNA da classe *Akula* seriam ainda mais silenciosos, mesmo com uma velocidade máxima superior a 32 nós (BREEMER, 1989, p.153; FIG.1).

Os SNA chineses da segunda geração (093) estariam em um patamar entre 22 e 25 nós (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 196), provavelmente atendendo ao requisito de um baixo NRI. Os mais modernos SNA da USN, da classe *Virginia*, teriam uma velocidade máxima superior a 25 nós (CHIEF..., [200-?]b). O projeto dos submarinos da classe *Barracuda*, da MNF, também têm previsão de operar nesta faixa (DEFENSE INDUSTRY DAILY, 2011). A perceptível redução na velocidade máxima dos SNA, desde o fim da Guerra Fria, parece indicar uma relação ótima entre NRI, velocidade, deslocamento (tamanho do submarino) e custo.

Outro fator a ser considerado trata do projeto de reator compatível com um perfil adequado de consumo de combustível. Esse consumo é uma função direta do perfil de utilização do reator, cujo parâmetro mais sensível seria o da velocidade desenvolvida pelo submarino em seu ciclo de operação. Essa preocupação é justificada pelo fato de que as

⁷ The 'Quiet Revolution'.

imobilizações para a troca de combustível não são triviais, reduzindo a disponibilidade do meio e, em consequência, aumentando seus custos de operação.

Um outro importante aspecto da mobilidade é a velocidade ótima de trânsito - a que oferece uma boa qualidade de detecção passiva – que depende do projeto do casco, incluindo seu isolamento acústico, e da qualidade de seus sensores.

De acordo com o QUADRO 10, a importância do parâmetro de velocidade do SN-BR é evidenciada quando no cumprimento das tarefas [4], [10], [1], [13], [18], [5], [2] e [16]. Os valores de velocidade máxima obtidos pela MRPC – entre 22 e 25 nós; e pelos mais modernos submarinos da MNF (*Barracuda*) e USN (*Virginia*) – acima de 25 nós, parecem indicar uma relação ótima entre NRI, velocidade, deslocamento (tamanho do submarino) e custo. Estima-se que toda essa faixa atenderia as necessidades de interceptar navios, mercantes ou militares, de acompanhar os movimentos de navios mercantes de interesse ou de uma força naval, como um componente integrado, bem como de resgatar e transportar pessoal de forças amigas. Finalmente, a questão das imobilizações do submarino para as trocas de combustível será abordada no tópico referente à autonomia.

c) Poder de fogo

O poder de fogo de um submarino é medido, normalmente, pela quantidade de torpedos, mísseis e minas que pode carregar. Quanto a esse aspecto, teríamos uma escala crescente de espaço disponível, iniciando com os submarinos convencionais, passando pelos SNA e chegando aos SSGN/SSBN, que apresentariam a maior capacidade de carregar armamento.

Quanto a esse aspecto, avalia-se que haveria espaço para a MB incorporar a capacidade de armazenamento para 20 armas a bordo, tal como prevista para a próxima

geração de SNA da MNF⁸, da classe *Barracuda*, por meio do Acordo de Cooperação em vigor (BRASIL, 2011).

d) Permanência

A permanência, conforme descrita em 5.1, indica a possibilidade de operar, continuamente, com independência e por longos períodos, em áreas distantes e de grandes dimensões. Esta continuidade das operações de um meio naval está relacionada à autonomia e ao aprestamento. A definição deste remete à prontidão do material e do pessoal, bem como ao adestramento (BRASIL, 2007).

O projeto de construção, que estabelece a confiabilidade dos equipamentos e sistemas, bem como as ações de manutenção, conferem ao meio seu grau de prontidão do material; a formação, capacitação e alocação adequada de recursos humanos configuram a prontidão do pessoal; e a realização de treinamentos em terra e exercícios no mar contribuem para prover o adestramento do pessoal, individualmente e como um conjunto.

e) Autonomia

A limitação da permanência de um submarino nuclear no mar dá-se, na prática, pelo fator humano. Nesse sentido, um bom projeto deve contemplar condições adequadas de habitabilidade a bordo, tais como acomodações, controle da atmosfera e a qualidade da água produzida. Adicionalmente, deve-se dimensionar o espaço destinado aos víveres, bem como os recursos médicos necessários a bordo.

⁸ Conforme abordado no item 2.5, o *Barracuda* tem uma previsão de uma maior capacidade e flexibilidade do armamento, em relação aos SNA existentes, por meio do aumento de 14 para 20 armas carregadas, e do acréscimo dos mísseis de cruzeiro MDCN ao inventário existente de torpedos guiados a fio e de mísseis SM-39.

Erickson e Goldstein destacam um relatório de um ex-comandante de um SNA chinês referente a uma patrulha de 90 dias, afirmando que esse período superaria o recorde de 84 dias mergulhado do primeiro submarino nuclear do mundo, o USS "Nautilus" (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 198).

Na guerra das Malvinas, alguns SNA britânicos teriam permanecido cem dias na área de operações (PICARD; TERTRAIS, 2006, p. 76), embora este caso possa ser considerado excepcional, pois os SNA da classe *Astute* foram projetados para patrulhas de 90 dias (COUNTDOWN TO LAUNCH..., 2007).

Os SNA da classe *Barracuda* foram projetados para uma autonomia de 70 dias, uma evolução em relação aos das classes *Rubis* e *Amethyste*, cuja autonomia é de 45 dias (DEFENSE INDUSTRY DAILY, 2011).

Considerando situações limite, estima-se a necessidade de projetar o SN-BR para o desempenho das tarefas relacionadas à negação do uso do mar, elencadas em P1, na condição de grande desbalanceamento de forças e atuando sem o apoio de forças navais amigas. Portanto, as tarefas relacionadas a P1 indicam a necessidade de prover o SN-BR com um grau de aprestamento compatível a uma autonomia superior a 70 dias, preferencialmente superior a 90 dias.

Um outro aspecto importante para submarinos nucleares, devido às especificidades desses meios, refere-se à necessidade da troca de combustível, que implica importantes imobilizações, contribuindo para reduzir a disponibilidade operacional global. Assim, acrescenta-se o conceito de autonomia logística como um parâmetro importante do projeto do SN-BR, representado pelo período, em anos, entre as trocas de combustível.

O parâmetro acima apresenta duas concepções diferentes. A francesa, por um lado, prevê a utilização do mesmo tipo de combustível, tanto para suas usinas nucleares quanto para seus submarinos. Isso implica um grau de enriquecimento menor do urânio, o que tende a reduzir o período entre trocas de combustível. De fato, a evolução do projeto dos SNA franceses permitiu que os períodos entre as trocas de combustível evoluísse de seis anos para dez, para os da classe *Barracuda* (DEFENSE INDUSTRY DAILY, 2011). Já os SNA das classes *Astute* (COUNTDOWN TO LAUNCH..., 2007) e *Virginia* (CHIEF..., [200-?]b) foram projetados para não trocarem o combustível durante toda a vida útil, estimada em cerca de 25 anos. McConnaughy cita que, "de acordo com uma fonte", o enriquecimento do combustível dos submarinos da USN seria de 93% (ERICKSON et al, 2006, p. 84). Quanto a esse aspecto, o reator naval brasileiro teria a previsão de trabalhar com um enriquecimento entre 18% e 19% (PICARD e TERTRAIS, 2006, p. 86). Esses dados indicariam a possibilidade do SN-BR seguir a linha francesa.

f) Flexibilidade

O conceito de flexibilidade adotado, de acordo com 5.1, refere-se à capacidade de empregá-lo de diversas formas, em função da missão.

Os SNA soviéticos da classe *Victor* incorporaram dois tubos de torpedo preparados para o lançamento de mísseis (BREEMER, 1989, p. 110), possibilitando o emprego desses submarinos para projetar poder sobre terra ou em ações de guerra antissuperfície. Adicionalmente, no que se refere a essa característica, releva destacar a configuração do submarino para os empregos [12], [9] e [15]. De forma análoga ao SNA *Barracuda*, a incorporação da capacidade de lançamento de grupos de agentes especiais-[12]

ao projeto do SN-BR pode ser considerada importante. Além da câmara seca, é necessário prever acomodações para os grupos de forças especiais embarcados. Para a tarefa [9]-ISR, a capacidade de C² e os equipamentos do submarino irão definir suas possibilidades e limitações para explorar os espectros eletromagnético, acústico e visual, em proveito da missão. Em relação à guerra de minas-[15], o desenvolvimento de um sonar ativo de alta frequência, a exemplo da USN, necessário para permitir ao submarino evitá-las, apresenta o potencial para a detecção de outros contatos a curtas distâncias, incluindo submarinos convencionais modernos, cujos níveis de ruído irradiado dificultam sua detecção por sonares passivos⁹;

g) Alcance

Conforme a definição apresentada, esta característica apresenta dois aspectos: as áreas que podem ser atingidas fisicamente pelo submarino; e a capacidade de comunicações entre o submarino e os demais participantes de uma determinada operação. Os parâmetros a serem considerados para uma avaliação quantitativa do alcance seriam: Áreas onde o submarino pode navegar; Capacidade de detecção de Sensores, processamento e alcance do armamento; e Capacidade de comunicações efetivas com o submarino, quando necessário.

- Áreas onde o submarino pode navegar

As tarefas [12]-desembarque de forças especiais e [14]-operação de minagem são diretamente afetadas pelas áreas navegáveis por um SNA. Embora a MNF, a USN e a MRU estejam desenvolvendo equipamentos e sistemas para aumentar a área de influência de seus

Para evitar que o próprio submarino seja detetado, esse sonar poderia operar fora da faixa de operação dos hidrofones dos sonares dos submarinos-alvo (Nota do autor).

SNA, por meio do desenvolvimento de drones (UAV e UUV), o menor porte dos submarinos convencionais, ensejando um menor risco de exposição envolvido, parece oferecer vantagens para estes, notadamente em águas rasas, com profundidades menores que 200m (TREVIÑO-RUIZ, 1999). A maior capacidade de carregamento de minas, combinada com uma maior capacidade de transporte de grupos de forças especiais, equipados com materiais maiores e mais sofisticados, representa uma contrapartida para os SNA.

- Capacidade de detecção de Sensores, processamento e alcance do armamento

Essa capacidade poderia swer resumida em: alta sensibilidade dos sensores para a detecção de sinais em todo o espectro utilizável de frequências acústicas; equipamentos e programas tecnologicamente avançados para um processamento de sinais que resulte em cálculos dos parâmetros dos alvos e designação do armamento de forma rápida e efetiva; e capacidade de utilização de banco de dados para a identificação e gravação de alvos.

Os SNA russos da classe *Victor III* possuem sonares sofisticados, incluindo o de casco, na proa, *flank arrays* nas laterais e sonares rebocados. O sonar de proa, que ocupa grande espaço, tende a deslocar os tubos de torpedos para as laterais do submarino (ERICKSON *et al.*, 2007).

Ainda na área de sensores, destacam-se o ecobatímetro DESO 25 e dois mastros optrônicos não-penetrantes CM010, contendo sensores de imageamento térmico, *low-light TV* e de TV colorida do tipo CCD dos SNA da classe *Astute* (MILLAR, 2007).

Conforme citado no capítulo 2, estudos durante a década de 60 concluíram que havia a necessidade dos SNA da USN se contraporem aos SSBN soviéticos, cabendo ao DEVRON-12 determinar como obter o melhor rendimento dos submarinos em guerra A/S.

No entanto, os torpedos dessa época eram adaptados para emprego apenas contra navios de superfície, obrigando a USN a desenvolver outro que pudesse ser empregado contra submarinos. Esse processo levou cerca de dez anos, quando surgiu o torpedo de duplo emprego Mk-48. Esse desenvolvimento passou a permitir, inclusive, seu lançamento em todas as faixas de velocidade do submarino lançador (ERICKSON et al., 2007). Esse ponto é interessante, pois é possível verificar que os tubos de torpedos são posicionados nas laterais dos submarinos da USN, em ângulo com a proa. Essa característica de construção, ao contrário do que se poderia especular, não é devido ao risco do submarino "atropelar" seu próprio torpedo, como visto. A explicação para essa defasagem tem origem na evolução dos sonares de casco. Patton relata que o acúmulo de conhecimento em acústica submarina, devido ao trabalho coordenado entre o Laboratório de Som Abaixo D´Água da Marinha, em New London, Connecticut, e o DEVRON-12, levou à evolução do formato do conjunto de hidrofones para um arranjo esférico, ao invés do anterior, cilíndrico, que vinha sendo copiado ou baseado nos sonares dos submarinos tipo XXI alemães do final da Segunda Guerra Mundial (ERICKSON et al., 2007). Quanto a esse aspecto, cabe ressaltar o surgimento de um programa "absolutamente brilhante", nas palavras de Patton, para reduzir o fosso tecnológico que estava sendo criado entre os projetos dos sistemas de sonares submarinos e a evolução do desempenho dos computadores (incluindo os componentes - hardware e programas software). O programa ARCI permite que se proceda à modernização completa e a baixo custo desses sistemas a cada dois anos, utilizando-se os mais recentes lançamentos nas áreas de hardware e software. Os requisitos mais rígidos das especificações militares, tais como as faixas de temperatura de trabalho, umidade ou resistência a choques são atendidos de forma satisfatória pelas proteções indiretas providas pelos projetos dos gabinetes e consoles, evitando a exposição dos componentes mais frágeis a condições extremas (ERICKSON *et al.*, 2007).

Esse programa, na verdade, faz parte de uma estrutura de apoio criada nas Forças Armadas norte-americanas, não apenas para garantir uma rápida modernização dos sistemas, mas, principalmente, para reduzir custos, pois a rápida obsolescência dos itens implicaria em se formar estoques estratégicos dispendiosos e, mesmo assim, sem garantia de sua disponibilidade ao longo dos anos. A esse processo foi dado o nome de Functional Logistics, ou "Modernização Logística" (Tradução nossa), cuja definição é: "Participar na evolução de um projeto para garantir que ele tenha características que o permitirão ser apoiado efetivamente, por um custo de posse razoável" (JONES, 2007, p. 1.5, tradução nossa).

A letalidade dos submarinos se traduz, basicamente, em mísseis e torpedos. Em relação aos mísseis, é importante notar o papel que podem desempenhar, quando lançados de submarinos, tal como o que ocorreu com os submarinos soviéticos da classe *Charlie*, obrigaram a USN a rever toda a doutrina de defesa de seus porta-aviões. Esses submarinos eram capazes de lançar mísseis anti-navio a uma distância de 25 milhas náuticas, estando em imersão, dando à defesa anti-aérea do grupamento de navios um tempo máximo de dois minutos de reação. Criava-se, assim, um novo emprego para os submarinos: guerra anti-porta-aviões, ou *Anti-Carrier Warfare* - C-ASUW (BREEMER, 1989).

Os SNA da classe 093 chineses estariam equipados com mísseis anti-navio supersônicos, trajetória baixa, alta precisão e com medidas robustas anti-interferência. Tratase dos mísseis de cruzeiro C-801, com alcance de 22 milhas náuticas, em imersão. Além disso, esses submarinos da classe *Song* estariam capacitados para lançar torpedos e minas. ERICKSON *et al.*, 2007, p. 60 – 61). Os tubos de torpedos de 65cm de diâmetro serviriam para carregar torpedos "superiores" (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 59; p. 196).

A tarefa [3]-lançamento de mísseis contra alvos em terra representaria a maior influência de um poder naval sobre terra, no curto prazo, devido à mobilidade de um SNA. Por mais desafiador que seja esse empreendimento para a MB, a capacidade de lançamento de mísseis pelo SN-BR contra alvos móveis e fixos, no mar ou em terra, pode gerar um grande efeito dissuasório no entorno estratégico brasileiro.

Finalmente, ressalta-se que a dependência tecnológica nessa área pode apresentar riscos incontornáveis em situações críticas. Por esta razão, exemplos inspiradores, tais como o do desenvolvimento do torpedo Mk-48 e o do programa ARCI, da USN; o da indústria de defesa da Rússia e o da própria MNF (ORIGIN..., 2001), mostram que sempre existe a oportunidade para investimentos na capacitação de pessoal e da indústria de defesa para enfrentar esses desafios . Por oportuno, o desenvolvimento dessa indústria é um dos objetivos da END (2008);

- Capacidade de comunicações efetivas com o submarino, quando necessário

Segundo Breemer (1989, p. 118), uma coisa é coordenar as ações entre um submarino e uma aeronave, por intermédio de um plano de comunicações para ser cumprido em exercício. Outra completamente diferente é garantir que ambos estejam em um determinado local e hora, simultaneamente, para coordenar um ataque a um alvo de oportunidade em tempo de guerra.

Um fator que tem grande influência no estabelecimento e no sigilo das comunicações com submarinos é constituído pela posse e o controle de um satélite apropriado, nacional. Quanto a esse aspecto, Erickson e Goldstein (2007, p. 198) destacam um pronunciamento do Almirante Liu Huaqing, segundo o qual a China já estaria utilizando

comunicações por satélite com submarinos desde 1984, quando lançou o satélite Dong Fang Hong - 2. No entanto, não se sabe se as necessárias redundâncias do espectro da faixa de comunicações estão sendo utilizadas ou previstas na MRPC. Adicionalmente, citam a faixa de ELF, cujas ondas possuem a propriedade de alcançarem até 300m de profundidade, mas com várias desvantagens, tais como a necessidade de uma grande área isolada para a estação de terra, com alta potência requerida, além da baixa taxa de transmissão de dados e do submarino poder apenas receber e não transmitir mensagens (2007, p. 197). Quanto às outras faixas, de VLF ao EHF, o submarino teria a opção de expor uma antena acima da água, estando na cota periscópica, ou então lançar antenas que ficariam ao lume da água ou sobre dispositivos flutuantes, podendo permanecer mergulhado abaixo da cota periscópica. Nesse sentido, a faixa de HF parece apresentar um bom balanceamento de custo/benefício, pois é de duas vias, longo alcance e boa taxa de transmissão de dados. Neste caso, a desvantagem é a necessidade de exposição da antena acima da água pelo submarino, expondo-o à detecção por forças A/S. Além disso, as transmissões em HF dependem das condições de propagação ionosféricas e podem ser localizadas por estações radiogoniométricas, tanto em terra quanto embarcadas. Essa última desvantagem, segundo Heckler, Francis e Mulvenon, estaria sendo minimizada pela MRPC, a partir de uma tecnologia de transmissão instantânea em HF, baseada no sistema de comunicações russo Akyha 900 (ERICKSON et al., 2007, p. 220).

A partir da premissa de que os SNA chineses não irão se expor para estabelecer comunicações com suas bases, devido à ameaça ASW baseada em um porta-aviões, considerando o cenário de engajamento das duas forças em torno de Taiwan, existe um desafio intrínseco para ser superado, que é a capacidade da MRPC para realizar operações de ISR, bem como informar a posição do Grupamento naval de ataque composto de navios nucleados em porta-aviões - *Carrier Strike Group* (CSG, da sigla em inglês) – ao submarino

mergulhado, em tempo real. Assim, comunicar-se com o submarino em imersão será fundamental, ainda mais considerando também a necessidade de prover dados de guiagem para o lançamento de mísseis (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 54).

Como os alcances das faixas mais altas de frequência são menores, mas com a vantagem das comunicações serem menos passíveis de interceptação, uma opção lógica para a MRPC, segundo Erickson e Goldstein, seria empregar esquadrões de aeronaves de patrulha marítima para estabelecer comunicações com submarinos (2007, p. 197).

Analogamente, vislumbra-se uma grande dificuldade para o adequado estabelecimento de um sistema de C² que possa prover o SN-BR com informações atualizadas do teatro de operações, no desempenho das tarefas relacionadas à negação do uso do mar – P1, caso as forças antagônicas possuam superioridade aérea e grande capacidade de vigilância A/S e radar, pois o submarino terá dificuldade para ficar na cota periscópica e expor suas antenas de comunicações acima da superfície da água¹⁰.

Assim, a característica de alcance impõe desafios simultâneos aos projetistas: prover o SN-BR com sensores capazes de detectar e localizar seus alvos nos limites impostos pela física do som; e capacitá-lo a receber as coordenadas dos objetivos a serem atacados, implicando comunicações adequadas com estações em terra ou no mar.

h) versatilidade

Quando equipados apenas com torpedos, os submarinos não podem ser considerados meios versáteis, conforme abordado em 4.2.1.b), pois não lhes é possível graduar o uso da força. Nesse sentido, os mísseis conferem essa característica aos submarinos,

Essa dificuldade deve-se ao risco de suas antenas serem detetadas por radares das forças antagônicas, conforme discutido em 2.1.1.

o que pode ser muito útil, do ponto de vista político. Assim, ao invés de destruir navios militares inimigos, um grande efeito dissuasório poderá ser obtido pela neutralização desses meios. Uma questão que pode permear este raciocínio seria a conjectura do efeito de um míssil atingindo o cruzador argentino *Belgrano*, no conflito das Malvinas, ao invés do torpedo que causou seu afundamento. Talvez a reação da Argentina de recolher sua Esquadra ao porto fosse a mesma, mas, provavelmente, com muitas vidas de tripulantes poupadas. Raciocínio análogo poderia ser aplicado ao tráfego mercante a serviço de forças militares antagônicas, o que contribuiria para limitar as ações submarinas na medida das necessidades estabelecidas pelo nível político, caso fosse decidido empregar um SNA para interditar as LCM-[1].

O grau de versatilidade obtido para a MNF atenderia plenamente às necessidades identificadas para o SN-BR, cuja dotação de armamento prevê torpedos, minas e dois tipos de mísseis, sendo um tático e um de cruzeiro, para projetar poder sobre terra.

i) Considerações adicionais envolvendo o projeto de SNA e a questão da transferência de tecnologia

As operações em tempo de paz-[17] não deverão requerer características operacionais adicionais do SN-BR, bem como não se vislumbra uma grande exigência do conjunto dessas características para o cumprimento do que preconiza a DBM, conforme descrito no APÊNDICE C.

Em 1971 o SNA "Han" iniciou suas provas de mar. Devido à decisão de desenvolver o protótipo de terra em paralelo com a instalação do reator a bordo, muitos problemas não puderam ser resolvidos de forma satisfatória, tornando todos os submarinos dessa classe, mesmo após modificações posteriores, de baixa confiabilidade, causando uma baixa disponibilidade desses meios (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 85-86).

A falta de experiência e a falta de uma sequência lógica das etapas de construção dos primeiros submarinos chineses, provável reflexo de uma suposta urgência atribuída à colocação em operação desses submarinos, causaram grandes limitações às possíveis missões a eles atribuídas. McConnaughy cita que somente em 1966 é que foram definidas as utilizações desejadas para os submarinos nucleares de ataque, com a construção já em andamento (ERICKSON et al., 2007, p. 87). Assim, seria possível concluir que a falta de uma definição prévia das características operacionais desejadas para os primeiros submarinos chineses contribuíram para o atraso de sua construção e para as limitações impostas às operações, na medida que os engenheiros envolvidos não tinham uma referência clara para definir os parâmetros de diversos processos, tais como os de solda, aberturas e apêndices de casco, grau requerido de irradiação de ruídos próprios, capacidade de absorção de emissões dos sonares inimigos e sistema de combate.

- Transferência de tecnologia

Conforme abordado nos capítulos precedentes, o desenvolvimento dos projetos de submarinos contém um forte componente de aproveitamento da experiência de outros países. Nesse sentido, o programa nuclear chinês contou também com a ajuda dos EUA, Canadá, França e Alemanha (ERICKSON et al., 2007, p. 123 - 125). Cappellano-Sarver aponta para uma assessoria direta dos franceses e canadenses no reator dos submarinos classe 093, bem como cita a liberação dos planos de um reator da Westinghouse, entre 1994 e 1996, para estudo dos chineses (ERICKSON et al., 2007, p. 128). Toda essa cooperação não descarta a possibilidade da China estar, no momento, em processo de desenvolvimento próprio de um novo reator para submarinos, do tipo de "alta temperatura resfriado a gás" - High

Temperature Gas-Cooled Reactor (HTGR). Em comparação com o atual PWR¹¹, o HTGR teria o dobro da potência para o mesmo tamanho de reator (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 128), permitindo aos projetistas partirem para submarinos mais rápidos, ou menores e menos ruidosos para uma mesma potência, havendo espaço para soluções intermediárias.

Conclui-se que, embora não se venda tecnologia na área de submarinos nucleares sob o estrito aspecto econômico dessa questão, há um momento de decisão em que um país detentor dessa tecnologia pode decidir repassá-la a outro. Isso pode refletir uma avaliação de que o país receptor tem o potencial para alcançá-la de qualquer maneira e, politicamente, a percepção de que uma parceria nesse nível pode representar dividendos futuros. Porém, na contramão desse processo, Fisher Jr. (ERICKSON et al., 2007, p. 145) avalia que a China tem obtido sucesso em impedir que países europeus detentores de tecnologia de submarinos façam negócios com Taiwan, diretamente ou por intermédio dos EUA, utilizando ameaças de retaliação. Um outro aspecto envolvendo a China também diz respeito, segundo Fisher Jr., a pressões por tecnologias mais avançadas de seus parceiros, bem como ações de espionagem, citando casos ocorridos em 2005, envolvendo vazamento de informações do Japão, tentativa de aquisição de submarinos russos sucateados e até a prisão de quatro cidadãos de etnia chinesa nos EUA, acusados de terem tido acesso a informações sobre um modo silencioso de propulsão elétrica para navios e submarinos (ERICKSON et al., 2007, p. 140).

A China estaria pressionando a Rússia, desde a década de 90, no sentido de permitir a transferência de tecnologia militar, nas seguintes áreas: submarinos: tecnologias de motores, redução de ruído, placas anecoicas, automação e sistemas de combate; construção naval: tecnologia de solda (fator crítico para a resistência final do casco dos submarinos), de

Pressurized Water Reactor – Reator nuclear de água pressurizada. É o mais utilizado em propulsão naval (Nota do autor).

ligas metálicas e de materiais. O foco chinês na redução de ruídos pode ser notado com o interesse em adquirir reatores nucleares russos da série OK-650, que dispensam as ruidosas bombas de circulação de água de resfriamento em baixas velocidades, bem como sistemas ativos de cancelamento de ruídos. A tecnologia de ponta russa em sistemas sonares de casco e rebocados, incluindo programas de processamento de dados e tecnologias não-acústicas de detecção, também seriam alvo de interesse para a China (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 143). As características operacionais desejadas associadas a essas tecnologias representam o estado da arte em baixa assinatura acústica, em capacidade de detecção e análise de sinais, bem como em profundidade máxima de operação. Releva notar que operar em baixa velocidade pode ser interessante, mesmo para um submarino nuclear, quando sua discrição torna-se imperativa, em função de uma necessidade tática.

Completando a capacidade de detecção dos sensores, a Rússia teria a oferecer torpedos guiados a fio e perseguidores de esteira¹², minas autopropulsadas, despistadores de torpedos e talvez até torpedos anti-torpedos. Há informações de que esses dispositivos, incluindo o mais novo torpedo supercavitante russo *VA-111 Skhvale-E rocket-powered* e o sistema *Novator Klub-S*, composto de mísseis e torpedos para ataque a terra, navios e submarinos, teriam sido adquiridos pela China (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 144). Aqui, as características operacionais desejadas envolvidas seriam: alcance - capacidade de engajamento com precisão a longas distâncias, compatível com a capacidade de detecção dos sensores ou com o sistema de comando e controle disponível; versatilidade, permitindo ao submarino engajar contra diferentes alvos e com variado poder de destruição; e sobrevivência, componente da capacidade de ocultação - por meio do uso de dispositivos táticos ativos e passivos para a evasão.

Esteira seria o fluxo irregular criado pelo movimento de um corpo na água, quando há uma recirculação do fluido para ocupar o espaço deixado por esse corpo logo atrás dele (Nota do autor).

Finalmente, a Rússia poderia, e há indícios de que já esteja fazendo isso, transferir doutrina e tática aos chineses. Exercícios bilaterais de bloqueio, guerra antissuperfície e guerra antissubmarino foram realizados em 2005. A experiência da ex-URSS em realizar ataques coordenados a partir de submarinos, navios e aeronaves, bem como em efetuar vigilância do espaço aéreo, comunicações por satélite e em exercer o comando e controle no espaço de batalha (ERICKSON *et al.*, 2007, p. 144) pode dar a consistência necessária à MRPC para o aprimoramento do emprego de seus submarinos e, em consequência, de suas características operacionais desejadas, redundando em melhores projetos desses meios.

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

Característica	Conceito	Parâmetros		Capacitação do SN-BR	
	Conceito	Parametros	ALTA	MÉDIA	BAIXA
			\leq 90 (+20) ²	≤ 110 (+20)	> 110
			Compatível com os SNA das		Impõe uma desvantagem
	Condução das		classes Seawolf e Virginia (USN)	· ·	
	operações sem que seja percebida a	$NRI (dB)^1$	A consecução desses patamares um alto grau de isolamento act	*	tarefa que envolva forças antagônicas dispondo de
Capacidade de ocultação	presença do submarino. Os componentes dessa capacidade,		de cobertura anecoica e dispositivos ativos de redução de ruídos. Outra medida considerada importante seria a capacidade de dispensar as bombas de circulação do reator		modernos meios A/S, notadamente outros submarinos
	referentes a um		nas faixas de baixas velocidade	T	
	projeto, são o NRI e a CMO.		> 600	Entre 350 e 600	< 350
		CMO (m)	Embora a diferenciação desse vantagens ao SN-BR, qualque seria compatível com os mais n	Pode dificultar a exploração do plano vertical contra modernos meios A/S	
	Capacidade do submarino		Requisito: degradar o NRI do silenciosa e a mais ru		
Mobilidade	deslocar-se prontamente e a longas distâncias, mantendo elevado nível de prontidão. Seus parâmetros principais são: - A velocidade máxima (prontamente); e	Veloc máx (nós)	> 25 Essa faixa é compatível com os SNA das classes Barracuda (MNF) e Virginia (USN)	com os SNA da classe	< 22 Quanto mais afastada desse valor limite, maior será a dificuldade para o cumprimento de várias tarefas, podendo comprometer o valor militar do meio

¹ Nível de som de banda larga, em dB, referenciado à pressão de 1μPa a 1 jarda, de acordo com a FIG. 2.
2 O acréscimo de 20dB corresponde à máxima degradação admissível para o NRI do submarino, entre as configurações mais silenciosa e mais ruidosa (CAP. 5).

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

			<u> </u>	<u>J 1</u>	
	- A velocidade máxima de trânsito discreto, permitindo uma boa capacidade de escuta (prontidão).	Velocidade máx. mantendo boa capacidade de escuta	Tão próxima quanto possível da máxima, de forma a propiciar: - Um trânsito rápido e seguro; - A execução de determinadas tarefas, tais como acompanhar forças navais ou navios mercantes	Ocorre significativa degradação na capacidade de escuta em velocidades superiores a 15 nós, dificultando o cumprimento de determinadas tarefas atribuídas a um SNA	Ocorre significativa degradação na capacidade de escuta em velocidades inferiores a 15 nós, comprometendo o valor militar do submarino
			≥ 20	Entre 15 e 19	≤ 14
Poder de fogo	Em relação ao projeto do submarino, é medido pela capacidade de armazenamento de armas a bordo.	Capacidade de armazenamento de armamento (n° máximo de armas que podem ser disparadas pelo submarino, sem recarregamento externo)	Compatível com os SNA da classe <i>Barracuda</i> , da MNF	Representa uma evolução em relação a um submarino convencional e aos SNA da classe <i>Rubis</i>	Neste patamar, o SN-BR teria, no máximo, o poder de fogo de um submarino convencional Os SNA da classe <i>Rubis</i> , da MNF, podem armazenar até 14 armas a bordo
Flexibilidade de configuração do armamento	armamento a bo	rcambiar os tipos de ordo, possibilitando bmarino para as as pela missão.	Livre intercâmbio entre mísseis, minas e torpedos, nos tubos ou berços de armazenamento, mantendo a capacidade máxima de armazenamento	Livre intercâmbio entre mísseis, minas e torpedos, nos tubos ou berços de armazenamento, com redução da capacidade máxima de armazenamento	Intercâmbio restrito de armamentos nos tubos ou berços de armazenamento
Flexibilidade	Capacidade de empregar o submarino de diversas formas, em função da missão.	A consecução desta característica depende, em grande parte, das demais.	Capacitação para o desempenho de todas as tarefas previstas nos quatro grupos de prioridade: P1 a P4	Capacitação para o desempenho das tarefas mais importantes, previstas em P1 e P2	A deficiência para desempenhar uma ou mais tarefas das prioridades P1 ou P2 tendem a comprometer o valor militar do meio

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

	1	1			
Flexibilidade	está relacionado capacitação do s	submarino para o todas as tarefas	As tarefas [9]-ISR, [12]-desen [15]-guerra de minas podem requerendo um submarino co projeto de um dispositivo para além de mais espaço a bordo especiais. Para [9], deve ser con e de vigilância. O sonar previsto	implicar a necessidade de r om menores dimensões. Par o lançamento dos agentes con para alojar os equipamentos nsiderada a necessidade de eq	navegação em águas rasas, a [12], seria necessário o m o submarino mergulhado, e os elementos das forças juipamentos especiais de C ²
Versatilidade	Regular o poder de destruição e alterar a postura militar, mantendo a aptidão para executar uma ampla gama de tarefas	Capacidade de destruir e de neutralizar objetivos, de acordo com a necessidade imposta pela missão	Capacitação para lançar mísseis de cruzeiro contra alvos em terra, com precisão; Capacitação para lançar mísseis e torpedos contra forças antagônicas, com precisão; e Capacitação para plantar campos minados, com precisão	Capacitação para lançar mísseis de cruzeiro contra alvos em terra; Capacitação para lançar mísseis e torpedos contra forças antagônicas; e Capacitação para plantar campos minados, com precisão	Capacitação para lançar mísseis de curto alcance, torpedos e minas. A incapacidade de lançar mísseis impede a consecução da versatilidade para o submarino, contra forças antagônicas

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

	Abrange dois aspectos principais:	Mínima profundidade da área navegável pelo submarino, em metros	≤ 50	Entre 50 e 200	≥ 200
Alcance	- Áreas que podem ser atingidas fisicamente pelo submarino; e - Capacidade de comunicações entre o submarino e os demais participantes de uma determinada operação. Parâmetros: - Áreas onde o submarino pode navegar; - Capacidade de detecção de Sensores, processamento e alcance do armamento; e - Capacidade de comunicações efetivas com o submarino, quando necessário (C²)	Sensores e armamento	Grande capacidade de explorar os espectros visual, eletromagnético e acústico, por meio da utilização de periscópios (incluindo recursos de tratamento de imagens), equipamento MAGE (nas faixas de comunicações, radar e de mísseis) e sonares (de casco, de flanco e rebocado), respectivamente Grande capacidade de busca, detecção, análise, identificação e cálculo de parâmetros dos alvos; e designação de armamento adequado para o maior número de alvos possível, de forma rápida e precisa Capacidade de atingir alvos, com precisão, além do horizonte	nas capacidades anteriores	Incapacidade de executar escuta ou análise em determinadas faixas de frequência Alcance restrito ao controle positivo do armamento pelo submarino

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

		Comando e Controle - C²	Capacidade de trocar grande quantidade de informações com outros meios e com estações de terra, de forma rápida, segura e confiável, com pouco ou nenhum comprometimento da capacidade de ocultação do submarino	Ocorre alguma degradação na capacidade de trocar grande quantidade de informações com outros meios e com estações de terra, mantendo uma boa capacidade de ocultação do submarino	terra é deficiente e restrita a situações especiais, nas quais a indiscrição requerida do submarino para executá-la não comprometa o cumprimento da missão ³ .	
Permanência	Possibilidade de operar por longos períodos. Está relacionada à autonomia (que será abordada separadamente) e ao aprestamento, que remete à prontidão do material, do pessoal e ao adestramento.	Prontidão do material	O projeto do SN-BR deve contemplar o cálculo da confiabilidade dos sistemas e equipamentos de forma compatível com a autonomia estipulada			
		Prontidão do pessoal	Em relação ao projeto do SN-BR, a prontidão do pessoal é influenciada pelas condições de habitabilidade a bordo, tais como acomodações, controle da atmosfera e a qualidade da água produzida			
		Adestramento	A realização de treinamentos adestramento do pessoal, indiversar exige, normalmente, o em a necessidade de prever acomo	vidualmente e como um conj barque de pessoal extra, além	unto. Esse adestramento no la da tripulação, o que indica	

³ A falta de um satélite controlado pelo próprio país e a dependência da utilização do espectro de HF tende a tornar as comunicações com o submarino proibitivas, quando no desempenho das tarefas relacionadas a P1.

APÊNDICE E – Características operacionais desejáveis para o SN-BR

		Parâmetro	≥90	Entre 70 e 89	< 70
	Tempo máximo que o submarino pode manter-se	doutrinário - período, em dias, do submarino em operações, desde o suspender, pronto e abastecido para patrulha, até o retorno à base.	Embora a diferenciação desse vantagens ao SN-BR, qualquer os mais modernos	valor seria compatível com	Valores menores que 70 dias irão reduzir as vantagens do SN-BR em relação aos submarinos convencionais e poderão impor limitações para a atuação do submarino em situações limite, ligadas às tarefas previstas em P1
Autonomia	afastado da base. Serão abordados dois aspectos: - Parâmetro doutrinário; e - Parâmetro logístico.	Parâmetro logístico – período, em anos, entre as trocas de combustível. As trocas implicam um período de imobilização relevante para o meio.	≥10 Esse período é compatível com os SNA da classe Barracuda (MNF) – 10 anos. A concepção da USN e da MRU prevê que seus submarinos não efetuarão trocas de combustível durante toda a vida útil, estimada em cerca de 25 anos	*	Intervalos de troca de combustível menores que 6 anos tendem a aumentar os períodos de indisponibilidade do meio, de forma incompatível com as necessidades operacionais