

## **ESTUDO SOBRE TIPOS DE PROPULSORES EM SUBMARINOS MILITARES**

Ricardo Cunha Soares (Universidade de Taubaté - UNITAU)  
ORCID 0000-0002-0929-9710  
E-mail: Ricardo.Soares37@hotmail.com

Filipe Wiltgen (Universidade de Taubaté – UNITAU, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP Campinas e Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC Pindamonhangaba) – ORCID 0000-0002-2364-5157  
E-mail: ProfWiltgen@gmail.com

**Resumo:** Este artigo tem como propósito apresentar uma breve introdução sobre propulsores em submarinos militares. Para as forças armadas mundiais, em especial as marinhas, submarinos possuem significativa importância, principalmente referente a autonomia e período de tempo submerso. No caso do Brasil devido a extensa costa brasileira o emprego de submarinos se faz de inestimável importância. No artigo são apresentados os dois principais tipos de propulsores utilizados em submarinos militares e suas características básicas. Além disso, é apresentado brevemente o programa de submarinos brasileiro da Marinha do Brasil e apresentadas as devidas oportunidades e necessidades com o primeiro projeto do Submarino Nuclear Brasileiro (SNB). A conclusão estabelece a necessidade do Brasil de se preparar para manter a sua soberania de uso e emprego de submarinos na sua defesa continental como fazem todos os países com esta tecnologia com a finalidade de sustentar a paz nos mares.

**Palavras-chave:** Propulsão, Submarino, Marinha, Militar, Reatores Nucleares

## **STUDY ON TYPES OF PROPELLERS IN MILITARY SUBMARINES**

**Abstract:** This paper aims to present a brief introduction about thrusters in military submarines. For the world's armed forces, especially navies, submarines have significant importance, mainly regarding autonomy and period of time submerged. In case of Brazil, due to extensive Brazilian coast, use of submarines is of inestimable importance. The paper presents two main types of thrusters used in military submarines and their basic characteristics. In addition, the Brazilian Navy's Brazilian submarine program is briefly presented and due opportunities and needs with first project of the Brazilian Nuclear Submarine (BNS) are presented. The conclusion establishes need for Brazil to prepare itself to maintain its sovereignty of use and employment of submarines in continental defense as all countries do with this technology in order to sustain peace on the seas.

**Keywords:** Propulsion, Submarine, Navy, Military, Nuclear Reactors

### **1. Introdução**

De acordo com algumas estimativas, em 2020, existiam um total de ~540 submarinos em operação no mundo. Dentre estes, cerca de ~140 submarinos com propulsão nuclear, e o restante movido a motores Diesel-Elétrico. Apenas 38 países possuem embarcações submersíveis. A Coreia do Norte, China, Estados Unidos e Rússia são detentores de ~55% do número de submarinos existentes (MILITARY FACTORY, 2020).

Ter uma esquadra de submarinos em sua frota marítima faz com que o Brasil demonstre ao mundo a sua força de dissuasão. Este termo é também representado pelo historiador da Pérsia *Xenofonte* (~430 a.C – ~354 a.C), o qual relata que o Ciro antes de se tornar rei da Pérsia, tinha consigo ~1.000 arqueiros vestidos para a guerra, quando recebeu uma delegação egípcia. O seu tio, o rei, o repreendeu severamente por intimidar os

visitantes, então Ciro explicou: “Se demonstras força todos querem ser teus aliados, mas ao contrário se demonstras fraqueza ninguém te dará importância, e se tendo riquezas não demonstras força atrairá sobre sua cabeça todas as ambições do mundo” (WIKIPEDIA, 2022).

A força de dissuasão segundo a doutrina militar “*caracteriza-se pela manutenção de forças militares suficientemente poderosas e prontas para o emprego imediato, capazes de desencorajar qualquer agressão militar, e também, se caracteriza quando o país tem em suas defesas suficientes para tornar bem custosa uma iniciativa de ataque de um agressor*” (BRASIL, 2007).

Com o Brasil detendo o *Know-how* de construção de submarinos com propulsão nuclear, o país entrará em um seleto e restrito grupo de países formados por: Estados Unidos, Inglaterra, França, Rússia, China e Índia.

O objetivo deste artigo é divulgar conhecimentos sobre os tipos de submarinos classificados por sua propulsão, e mostrar a importância para o Brasil do desenvolvimento e construção de submarinos convencionais e o primeiro submarino com propulsão nuclear brasileiro.

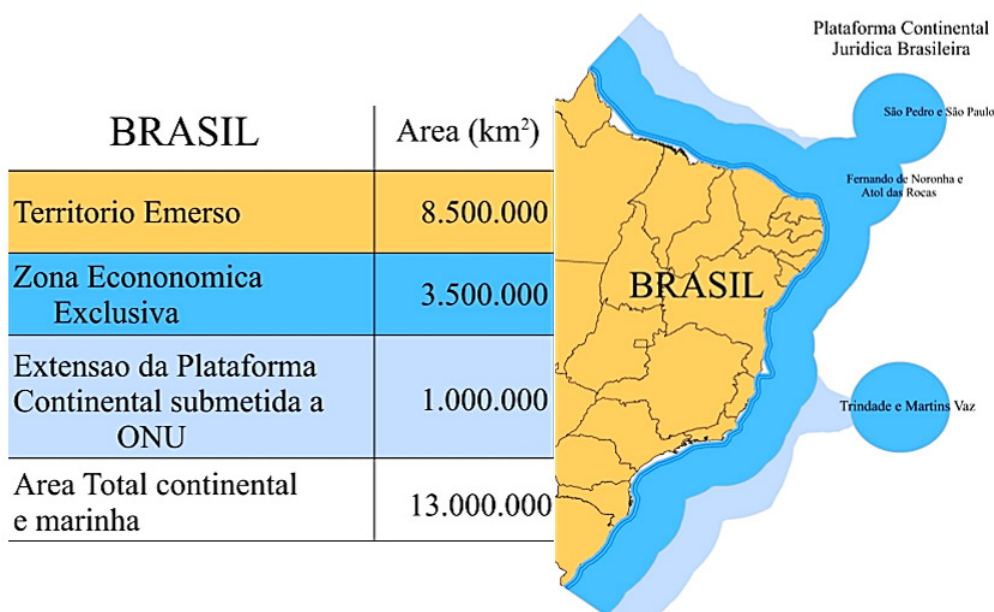


Figura 1 - Representação da Amazônia Azul.

Fonte: [www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827\\_Apresentacao\\_do\\_Ministro\\_Nelson\\_Jobim.pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827_Apresentacao_do_Ministro_Nelson_Jobim.pdf)

## 2. Submarinos e suas Classificações por Propulsões

Os submarinos são meios e equipamentos de emprego naval cuja a principal característica operacional é a ocultação que lhes dá a capacidade única de operar em águas sob controle de qualquer ator, inclusive do próprio inimigo (BRASIL, 2016; VIVEIROS e CEPE, 2012).

Na Figura 2, pode ser visto uma imagem esquemática de várias partes que compõem um submarino militar, tais como: vela com periscópio, sala de comando e controle, assim como, os alojamentos da tripulação, além do submarino completo em detalhes.

<sup>1</sup> Amazônia Azul: Área que apenas o Brasil pode explorar economicamente e que, por conta das riquezas naturais e minerais abundantes, é chamada de Amazônia Azul, numa comparação à importância da floresta amazônica para o país.

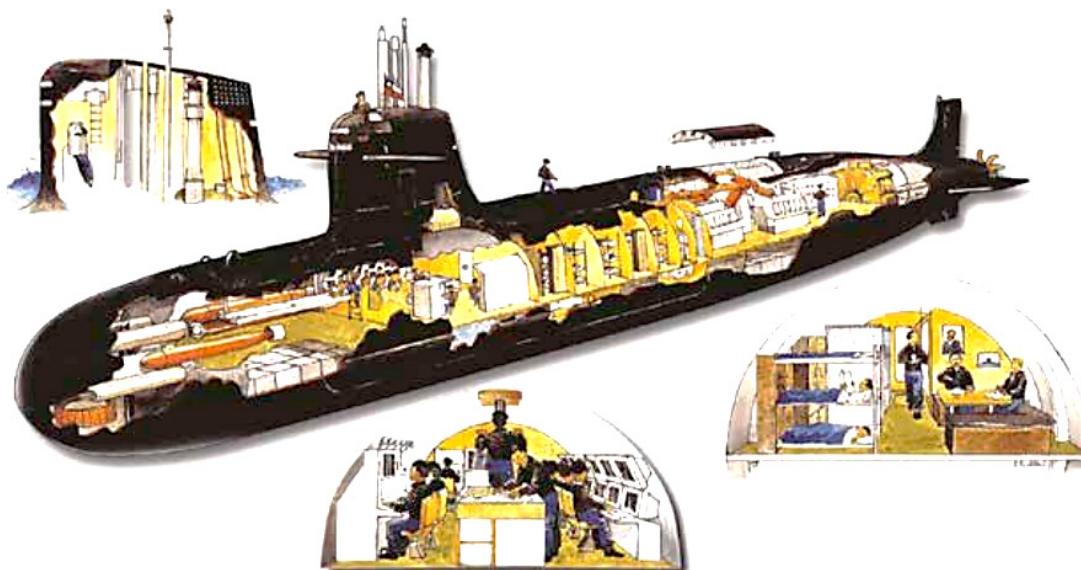


Figura 2 - Vista interna de um submarino militar.  
Fonte: Adaptado de Viveiros e Cepes, 2012.

A invenção do primeiro protótipo de submarino, datada de 1620, é creditada ao holandês *Cornelius Drebbel*. Porém, foi apenas na Segunda Guerra Mundial que os modelos de submarinos chamados de *Uboats* se tornaram eficazes, e foram considerados grandes elementos-surpresa nas batalhas navais.

Os submarinos foram construídos com um motor movido à Diesel de combustão interna, operando em conjunto com motores elétricos ligados a baterias. Os submarinos, ao lado dos navios, constituíram uma arma de emprego tático estratégico no teatro de operações marítimo, sendo a sua principal missão cumprir as tarefas da estratégia naval, o controle de área marítima e a projeção de poder ao impedir do uso da área marítima pelo adversário, e estabelecer a presença em área de interesse. Contudo, o principal atributo do submarino é a sua discricção ou capacidade de operar furtivamente no cumprimento dessas tarefas (REVISTA MARITIMA BRASILEIRA, 1989).

Os submarinos podem ser classificados baseados no tipo de sua propulsão, sistemas com propulsão convencional, e sistemas com propulsão nuclear. Cerca de ~70% das embarcações em atividade atualmente possuem o sistema de propulsão convencional do tipo Diesel-Elétrico (PIWOWARSKI, 2014).

O sistema de propulsão convencional (Diesel-Elétrico) é formado por um motor principal, que opera quando o submarino está se movimentando na superfície ou quando a profundidade não ultrapassa o comprimento de seu *snorkel*, o qual é um tipo de mastro responsável por capturar o oxigênio da atmosfera para o submarino e levando até o motor principal (LOPES, 2022).

O motor Diesel-Elétrico é utilizado para carregar as baterias (acumuladores de carga elétrica) durante todo o funcionamento. As baterias, por sua vez, são utilizadas quando a profundidade de submersão da embarcação não permite que o oxigênio seja captado pelo *snorkel* quando utilizado no motor de combustão interna (DA SILVA, 2021; LANA, 2014). Na Figura 3, é possível analisar a sistemática e os componentes de um motor utilizado na propulsão Diesel-Elétrico convencional em um submarino.

Pode-se dizer que de uma forma geral, que existem dois tipos de sistemas de partida de motores propulsores, os sistemas de partida de pressão (pneumáticos) e os sistemas de partida elétricos (PINHEIRO *et al.*, 2019).

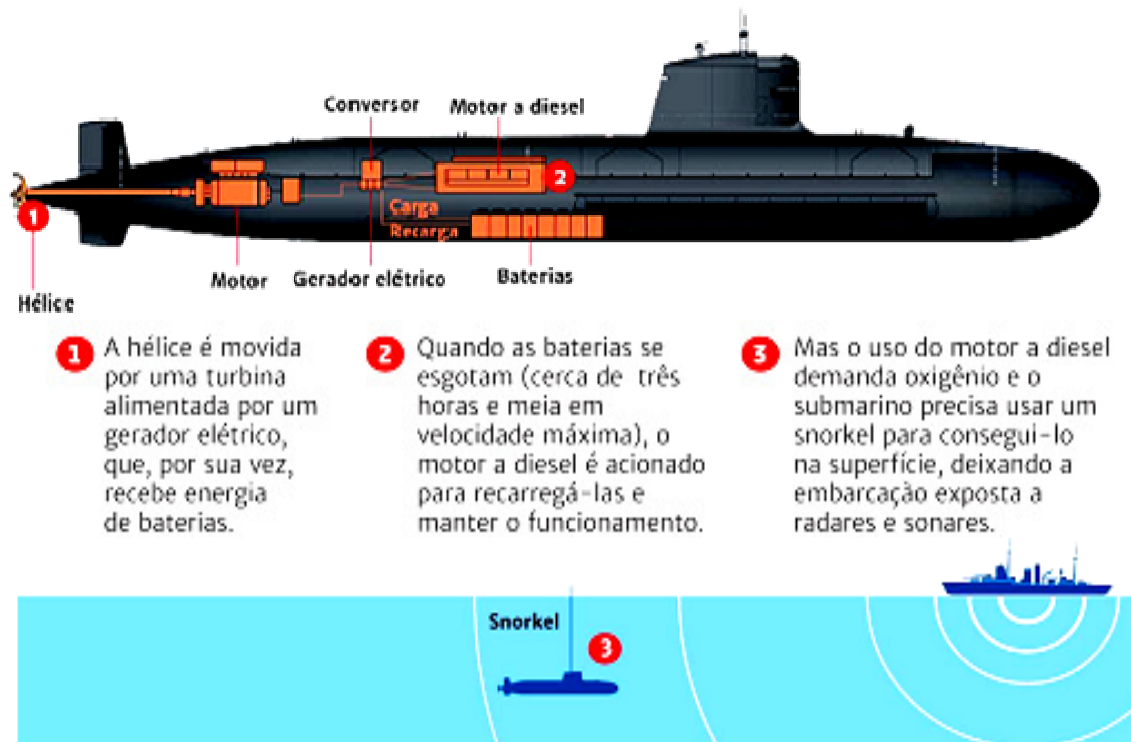


Figura 3 - Ilustração de um Submarino com sistema de propulsão convencional do tipo Diesel-Elétrico.  
Fonte: Adaptado de Lopes, 2018.

Um submarino com propulsão a motores Diesel-Elétrico tem pouca autonomia submersa, e são necessários diversos retornos a superfície, na busca da captura de oxigênio para alimentar novamente seus motores, com essa limitação, o submarino dessa classificação passa a ser um alvo fácil para seus inimigos em conflitos militares.

O submarino de propulsão nuclear, representado na Figura 4, significa que o mesmo é: “uma embarcação movida pela energia gerada por um reator nuclear capaz de emergir e submergir quando desejado” (GEMMEL *et al.*, 2014).

A principal vantagem dos submarinos nucleares é sua grande autonomia, que os possibilita permanecer submerso ao longo de toda uma missão. Enquanto os submarinos convencionais necessitam retornar à profundidade de *snorkel* periodicamente, deixando rastros de fumaça, assim como, de calor tornando-os vulneráveis à detecção. Além disso, a propulsão nuclear permite o alcance de maiores velocidades (~25 nós cerca de ~50 km/h), quando submerso. A grande maioria dos submarinos nucleares atuais podem atingir velocidades superiores a ~30 nós (~55,5 km/h) (LANA, 2014).

Em altas velocidades, porém, muito ruído é gerado durante o deslocamento, além de comprometer o sistema de escuta sonar do submarino. Os submarinos com propulsão Diesel-Elétrica, por sua vez, a velocidade máxima alcançada depende da capacidade de suas baterias. Alguns modelos de submarinos convencionais alcançam pouco mais de ~20 nós (~40 km/h), quando submersos. Entretanto, quanto maior a velocidade desenvolvida, a capacidade da bateria diminui, e o tempo de permanência sob a água fica reduzido, fazendo com que logo seja necessário recarregar as baterias (LOPES, 2022; PINHEIRO *et al.*, 2019; GALANTE, 2013).

De acordo com Figura 4, tem-se a representação de uma planta de propulsão que pode ser empregada em um submarino nuclear. A qual pode ser composta de dois circuitos: o primário e o secundário. Neste caso o processo de obtenção de energia para o submarino começa no circuito primário, com a fissão do combustível formado por isótopos do Urânio-235 nos reatores, provocando o aquecimento da água que entrará no sistema. Na sequência desse processo, essa água é mantida sob uma determinada pressão para não se vaporizar até passar pelo trocador de calor, o qual é um gerador do vapor a ser encaminhado para o circuito secundário (DA SILVA, 2021; PIWOWARSKI, 2014).

O circuito secundário é uma instalação de propulsão a vapor com uma turbina a vapor, após a passagem do vapor pelas turbinas, cuja a unidade auxiliar é acoplada a um gerador de eletricidade, e a de propulsão acoplada a uma engrenagem redutora ou mesmo a um outro gerador elétrico, dependendo do projeto. Passando pelo condensador, no qual de novo retorna ao estado líquido e recirculando no sistema, por meio de uma bomba para o gerador de vapor, no compartimento do reator nuclear (TEIXEIRA e LIMA, 2019, DA SILVA, 2021; PINHEIRO *et al.*, 2019).

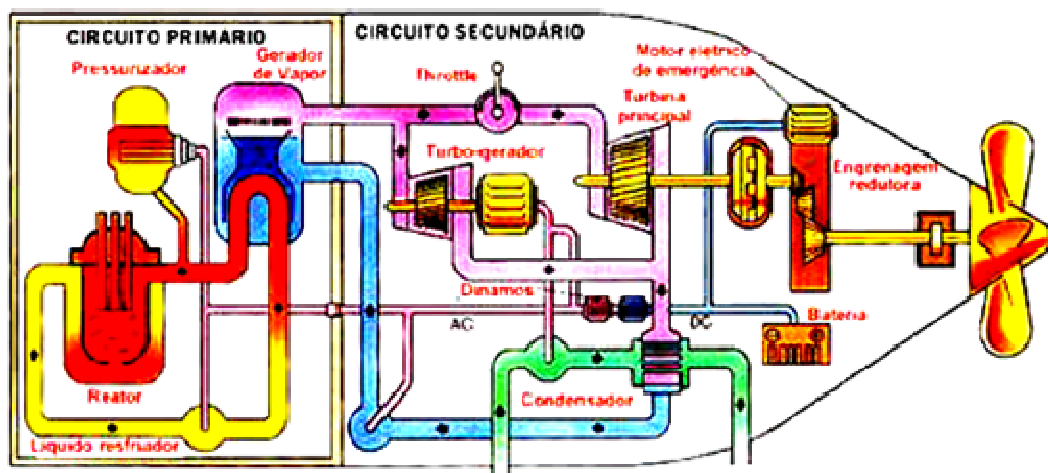


Figura 4 – Propulsão nuclear em um submarino militar.

Fonte: Adaptado de Viveiros e Cepes, 2012.

A energia gerada nos geradores elétricos acoplados à turbina por sua vez, seguem para os sistemas de alimentação. A turbina auxiliar, alimentará os quadros de energia elétrica de iluminação, sistemas de controle e equipamentos. O gerador elétrico da turbina de propulsão, alimentará o motor elétrico de propulsão e o sistema de controle, com o intuito de acionar o propulsor (VIVEIROS e CESPES, 2012).

Em relação à capacidade de submersão do submarino nuclear, sob o ponto de vista do tempo, esse tipo de embarcação tem um tempo submerso muito maior em relação aos submarinos convencionais, pois só precisaria emergir após períodos quase sempre superior a um ano. Porém, em virtude da saúde psicológica de seus tripulantes, a submersão ocorre em torno de cinco ou seis meses em cada missão operacional.

O reator nuclear, proporciona uma reação térmica, que produz uma grande quantidade de calor, sem fazer uso do oxigênio, com não há necessidade de captura de oxigênio, o submarino não necessita emergir em busca do ar atmosférico, sendo assim capaz de passar muito mais tempo submerso.

O calor gerado em abundância possibilita que o submarino de propulsão nuclear possa cumprir suas tarefas em velocidades mais altas do que um submarino de propulsão

convencional, possibilitando o rastreamento e cobertura de uma maior extensão marítima de território, o que seria o ideal para a atividades de defesa da Marinha do Brasil (VIVEIROS e CESPES, 2012).

### 3. Perspectivas a Respeito do Submarino Nuclear Brasileiro

Política nuclear brasileira é intimamente ligada a área militar devido ao ataque com bombas atômicas de fissão nuclear às cidades de Hiroshima e Nagasaki no Japão no final da Segunda Guerra Mundial. Este evento devastador despertou o interesse do mundo e do Brasil pelo desenvolvimento da tecnologia nuclear (KURAMOTO e APOLONI, 2002). O primeiro parceiro estratégico brasileiro na área nuclear foi o EUA, no entanto, devido ao controle imposto pelos americanos com a promulgação da Lei *MacMahon* o Brasil não foi capaz de produzir grandes avanços nesta área nesta época (KURAMOTO e APOLONI, 2002; SANTOS e MARTINEZ, 2015; VIVEIROS e CESPES, 2012).

Em 2008, com a Estratégia Nacional de Defesa (END) brasileira que é composta por 23 (vinte e três) diretrizes estratégicas, consta uma que reafirma o compromisso com o fortalecimento de três setores de “*importância estratégica*” para o Brasil. Os setores são: Espacial, Cibernético e Nuclear (SANTOS e MARTINEZ, 2015).

Para o setor nuclear o principal projeto estratégico é o desenvolvimento completo do primeiro submarino com propulsão nuclear para a Marinha brasileira. No dia 16 de julho de 2011, teve início oficial do Programa de Desenvolvimentos de Submarinos (PROSUB) (SANTOS e MARTINEZ, 2015; KURAMOTO e APOLONI, 2002). O PROSUB encontra-se alinhado com a END, possibilitando atender o setor nuclear através do emprego operacional de submarinos nucleares. Cumprindo o principal objetivo da estratégia da Marinha brasileira que é domínio do mar no Brasil.

O Brasil e França firmaram um acordo de parceria militar no qual tem-se a construção conjunta de 5 (cinco) submarinos em território brasileiro. Destes submarinos 4 (quatro) serão com propulsão Diesel-Elétrico (convencional), e 1 (um) submarino com propulsão nuclear. Este acordo para a construção dos submarinos Brasil e França é da ordem de ~6,7 bilhões de reais, e prevê a transferência de tecnologia para o Brasil, de tal forma a permitir que o Brasil construa outros submarinos nucleares similares. Observe na Figura 5 que para uma adequada proteção marítima do Brasil serão necessários no mínimo 6 (seis) submarinos nucleares distribuídos pela costa brasileira (BRASIL, 2007).

Na Tabela 1 pode ser visto um comparativo dos dois tipos de propulsão em submarinos a serem produzidos pela Marinha brasileira no âmbito do PROSUB (2014 e 2018).

Tabela 1 – Características dos propulsores de submarinos (Diesel-Elétrico e Nuclear).

Característica	Propulsão Diesel-Elétrico	Propulsão Nuclear
Profundidade de Operação	Águas Rasas	Águas Profundas
Dependência da atmosfera	Sim	Não
Velocidade	Até ~6 nós (~11 km/h)	Até ~35 nós (~65 km/h)
Deslocamento	~1.400 a ~1.800 ton	~ 6.000 ton
Emprego estratégico	Posição	Movimento

Fonte: [www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827\\_Apresentacao\\_do\\_Ministro\\_Nelson\\_Jobim.pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827_Apresentacao_do_Ministro_Nelson_Jobim.pdf)

No momento o Brasil está produzindo o primeiro submarino de propulsão nuclear no estaleiro de Itaguaí - RJ, com o desenvolvimento de tecnologia brasileira. O primeiro submarino de propulsão nuclear foi nomeado de Submarino Nuclear (SN) Álvaro Alberto, conforme pode ser visto na Figura 6 em homenagem ao vice-almirante e cientista da Marinha, Álvaro Alberto da Motta e Silva, o responsável pela implementação do Programa Nuclear Brasileiro (REVISTA MARITIMA BRASILEIRA, 1989; SANTOS e MARTINEZ, 2015).

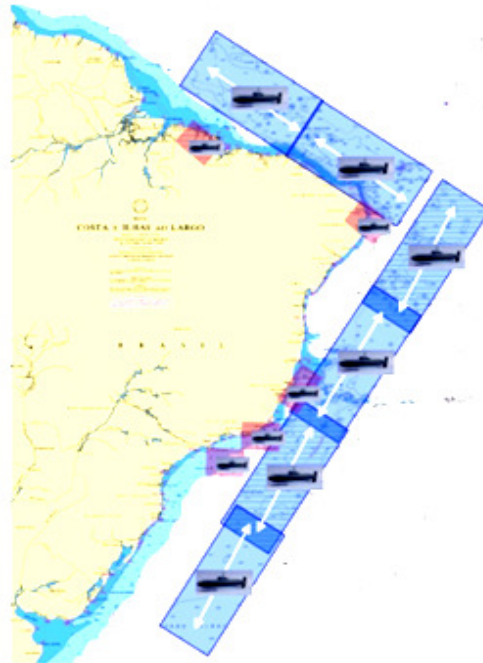


Figura 5 - Alocação dos 6 (seis) futuros submarinos nucleares brasileiros na costa do Brasil.

Fonte: [www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827\\_Apresentacao\\_do\\_Ministro\\_Nelson\\_Jobim.pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/cre/ap/AP20090827_Apresentacao_do_Ministro_Nelson_Jobim.pdf)

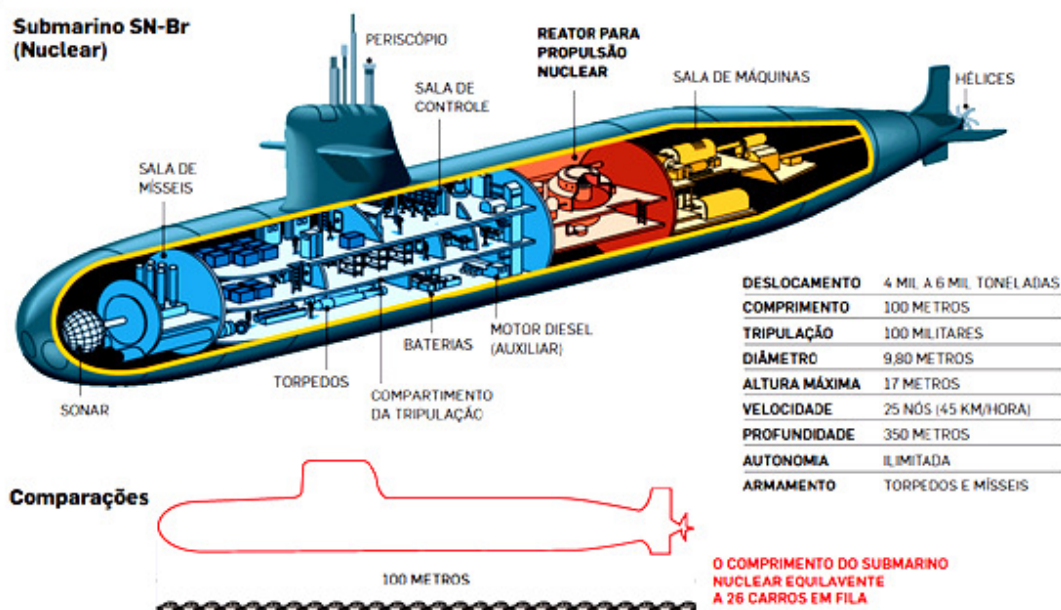


Figura 6 - Representação gráfica do Submarino Nuclear Brasileiro SN-Álvaro Alberto.

Fonte: Defesanet ([www.defesanet.com.br/prosub/noticia/42371/The-Economist--Brasil-pode-ter-submarino-nuclear-antes-da-Australia/](http://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/42371/The-Economist--Brasil-pode-ter-submarino-nuclear-antes-da-Australia/)).

O desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear brasileiro possui quatro fases: concepção e estudos de exequibilidade, projeto preliminar; projeto de detalhamento e a construção. O início efetivo deste projeto ocorreu em julho de 2012, com o encerramento da primeira fase tendo ocorrido em agosto de 2013. A segunda fase, foi concluída em janeiro de 2017, a terceira fase teve início em 2018. Agora caminhando para a finalização da quarta fase referente a construção completa do submarino em 2029 (KURAMOTO e APPOLONI, 2002).

Após a fase de construção o submarino passará pelo condicionamento no qual ocorreram diversos testes em terra e no mar, antes do mesmo ficar operacional para a Marinha do Brasil. O submarino nuclear proporcionará, além de suas funções táticas estratégicas de negação a constante vigilância das fronteiras marítimas do Brasil (MARINHA DO BRASIL, 2020).

O protótipo do reator nuclear será montado no Centro de Tecnologia da Marinha em Iperó – SP. Este reator nuclear irá alimentar um gerador de vapor, responsável por alimentar uma turbina a vapor que gera a energia elétrica para toda a embarcação.

Segundo a Marinha do Brasil, o primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro terá em torno de ~100 metros de comprimento com ~9 metros de diâmetro. Este submarino terá capacidade de deslocamento de ~6 mil toneladas, e poderá se manter operacional em profundidades superiores a ~300 metros. Comparativamente, aos submarinos com propulsão convencional (Diesel-Elétrica) seu comprimento é de ~75 metros, deslocando ~2 mil toneladas, e podendo submergir ~250 metros de profundidade (MARINHA DO BRASIL, 2007; PADILHA e WILTGEN, 2012; LANA, 2014). Como pode ser observado na Figura 7.

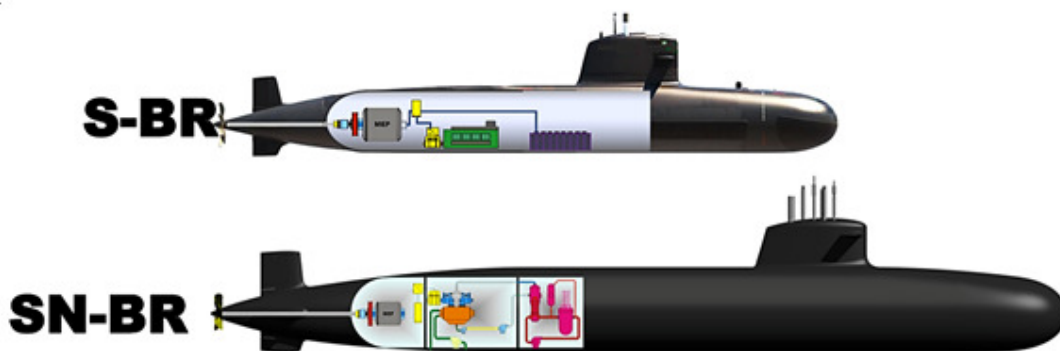


Figura 7- Representação gráfica dos Submarinos Brasileiros Convencional do tipo Diesel-Elétrico (S-BR) e Nuclear (SN-BR).

Fonte: Poder Naval ([www.naval.com.br/2018/02/20/o-prosub-e-o-submarino-nuclear-brasileiro-sn-br/](http://www.naval.com.br/2018/02/20/o-prosub-e-o-submarino-nuclear-brasileiro-sn-br/))

#### 4. Discussão

O país tem demonstrado ao longo das últimas décadas ser um país pacífico, defendendo o desarmamento nuclear, assim como, a não proliferação de armas nucleares. O objetivo é fazer uso pacífico da tecnologia nuclear.

Dado a vastidão e as riquezas da Amazônia Azul, bem como o alto volume de comércio exterior nacional que atravessa regiões vulneráveis do Atlântico Sul, torna-se importante ao Brasil proteger os seus legítimos interesses no mar. Para tanto, faz-se necessário adotar equipamentos adequados para o cumprimento da missão de defesa e proteção das riquezas contidas em seu território marítimo pela Marinha.



Assim sendo, uma força naval com a adição de submarinos com propulsão convencional e com propulsão nuclear, permite ao Brasil desempenhar um papel importante nas tarefas de controle do uso do mar. Nesse o submarino com propulsão nuclear brasileiro, operando a profundidades maiores permitirá a aproximação mais furtiva da Marinha brasileira perante às ameaças externas.

Por fim, conclui-se que o ganho de conhecimento adquirido na aquisição de submarinos e no desenvolvimento dos mesmos além de beneficiar a capacitação na construção própria de suas embarcações, será também, de grande relevância para o Brasil especialmente na defesa de sua Amazônia Azul pela Marinha do Brasil.

O emprego estratégico e tático dos submarinos permite ser furtivo e isso faz toda a diferença nos mares. Com o emprego e operação do futuro submarino nuclear o Brasil terá um componente fundamental para a obtenção e a manutenção da paz, ostentando o poder naval dissuasório perante aos demais países do mundo, ajudando sempre na preservação da paz.

## 5. Referências

**BRASIL.** *Ministério da Defesa. Política de Defesa Nacional. Brasília: Departamento de Política, Estratégia e Relações Internacionais.* Doutrina militar de defesa. Brasília: MD, 2007. (MD 51-M-04).

**GALANTE, A.** *Submarinos Convencionais e Nucleares de Ataque.* Poder Naval, 25 maio 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/c3Egjq>>.

**GEMMEL, G.; MCINTYRE, B.; REILLY, M.** *Is IFEP a Realistic Future Propulsion System for Flexible Frigates and Destroyers?* Proceeding of the 12th international naval engineering conference. Amsterdam, Holanda, p. 688-700, 2014.

**KURAMOTO, R. Y. R.; APPOLONI, C. R.** *Uma Breve História da Política Nuclear Brasileira.* Cad. Bras. Ens. Física, Londrina, v.19(03), pp.379-392, dezembro 2002.

**LANA, L.** *Submarinos: Defesa e Desenvolvimento para o Brasil.* Rio de Janeiro: Versal, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/gttqKf>>.

**LOPES, R.** *S40 Riachuelo III – O Motor Diesel-Elétrico.* Defesanet, 2018. Disponível em: <[https://www.defesanet.com.br/prosub\\_s40/noticia/31418/S40-Riachuelo-III---O-motor-diesel-eletrico/](https://www.defesanet.com.br/prosub_s40/noticia/31418/S40-Riachuelo-III---O-motor-diesel-eletrico/)>. Acesso em: 06 de abril de 2022.

**MARINHA DO BRASIL.** *O Programa Nuclear da Marinha.* Comando da Marinha. Apresentação do Comandante da Marinha para a Comissão de Minas e Energia, Comissão de Ciência, Tecnologia, Comunicação e Informática e Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional da Câmara dos Deputados. Brasília, 12 set. 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/buCFJz>>.

\_\_\_\_\_. *PROSUB: Programa de Desenvolvimento de Submarinos.* Fôlder. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/cmVgW6>>.

\_\_\_\_\_. *Finalidade. Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB).* 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/gtmiwH>>.

\_\_\_\_\_. *Projeto e construção: Submarino com Propulsão Nuclear. Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB).* 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/o6t6uU>>.

**MILITARY FACTORY.** *Submarine Fleet Strength by Country.* Global Fire Power, 2020. Disponível em: <<https://www.globalfirepower.com/navy-submarines.asp>>. Acesso em: 02 de agosto de 2020.

**DA SILVA, O.** *Análise Termodinâmica de Ciclos de Propulsão Independente de Ar para Submarinos.* Rio de Janeiro. Brasil: 2021.

**PADILHA, L.; WILTGEN, G.** *SBr – Submarino ‘Riachuelo’ (S40). Defesa Aérea & Naval.* 5 dez. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/nkLzez>>.

**PINHEIRO, A.L.S.; DA SILVA, A.J.D.; JUNIOR, G.M.A.; PINA, A.Q.** *Modernização para Sistemas de Propulsão Naval*. Rio de Janeiro. V.4, N.2, pp 90-105, 2019.

**PIWOWARSKI, M.** *The Analysis of Turbine Propulsion Systems in Nuclear Submarines*. Key Engineering Materials. Polônia. v.597, pp.99-105, 2014.

**REVISTA MARITIMA BRASILEIRA.** *Serviço de Documentação Geral da Marinha*. Rio de Janeiro: v.109(07), julho e setembro, pp.13-26, 1989.

**SANTOS, G.T.L.; MARTINEZ, E.D.M.** *O Programa de Desenvolvimento de Submarinos e a Logística de Defesa: Uma Análise da Estratégia Nacional de Defesa*. <marinha.mil.br>. 2015.

**TEIXEIRA, M.C.; LIMA, W.B.** *A Engenharia Mecânica na Concepção de um Submarino*. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Santa Úrsula (USU). Rio de Janeiro, dezembro de 2019.

**VIVEIROS, D.T.; CESPES, S.D.** *Submarinos Nuclear: O Poder de Dissuasão no Mar*. Revista de Villegagnon. pp.108-115, 2012.

**WIKIPEDIA,** A Enciclopédia Livre. *Pesquisa sobre historiador Xenofonte*, <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Xenofonte>>. Acesso em: 05 de abril de 2022.