



## SUBMARINO NUCLEAR: PODER DE DISSUAÇÃO NO MAR

*“Os submarinos de propulsão nuclear são fundamentais para a defesa das águas oceânicas. Por possuírem fonte inesgotável de energia e desenvolver altas velocidades são empregados segundo uma estratégia de movimento. Em face dessas características, podem chegar a qualquer lugar em pouco tempo, o que, na equação do oponente, significa poder estar em todos os lugares ao mesmo tempo. O submarino nuclear é simplesmente o senhor dos mares.”*

*Almirante-de-Esquadra Júlio Soares de Moura Neto  
Comandante da Marinha*

---

*Aspirante Daniel Theberge de Viveiros  
Aspirante Diego da Silva Cespes*

---

## INTRODUÇÃO

Desde 1979, quando se iniciou o Programa Nuclear da Marinha (PNM), a Marinha do Brasil (MB) nutre o sonho de construir submarinos de propulsão nuclear. De acordo com o planejamento inicial, o projeto seria constituído de duas partes: uma em que o objetivo seria dominar o ciclo do combustível e outra que diz respeito à construção de uma planta geradora de energia nuclear, na qual se inclui um reator. Vale ressaltar, desde já, que a MB domina o ciclo do combustível nuclear e vem buscando conhecimento técnico para, também, obter sucesso na segunda fase do projeto.

O PNM, desde sua criação, enfrentou períodos de estagnação devido a contenções orçamentárias feitas por governos sucessivos, fazendo com que a verba para financiar o projeto viesse exclusivamente da cota reservada anualmente à Marinha. Entretanto, é importante ressaltar que, mesmo com todas as dificuldades enfrentadas até o momento para levar este projeto adiante, as autoridades navais não hesitaram na manutenção da essência do projeto original, visto que sempre houve

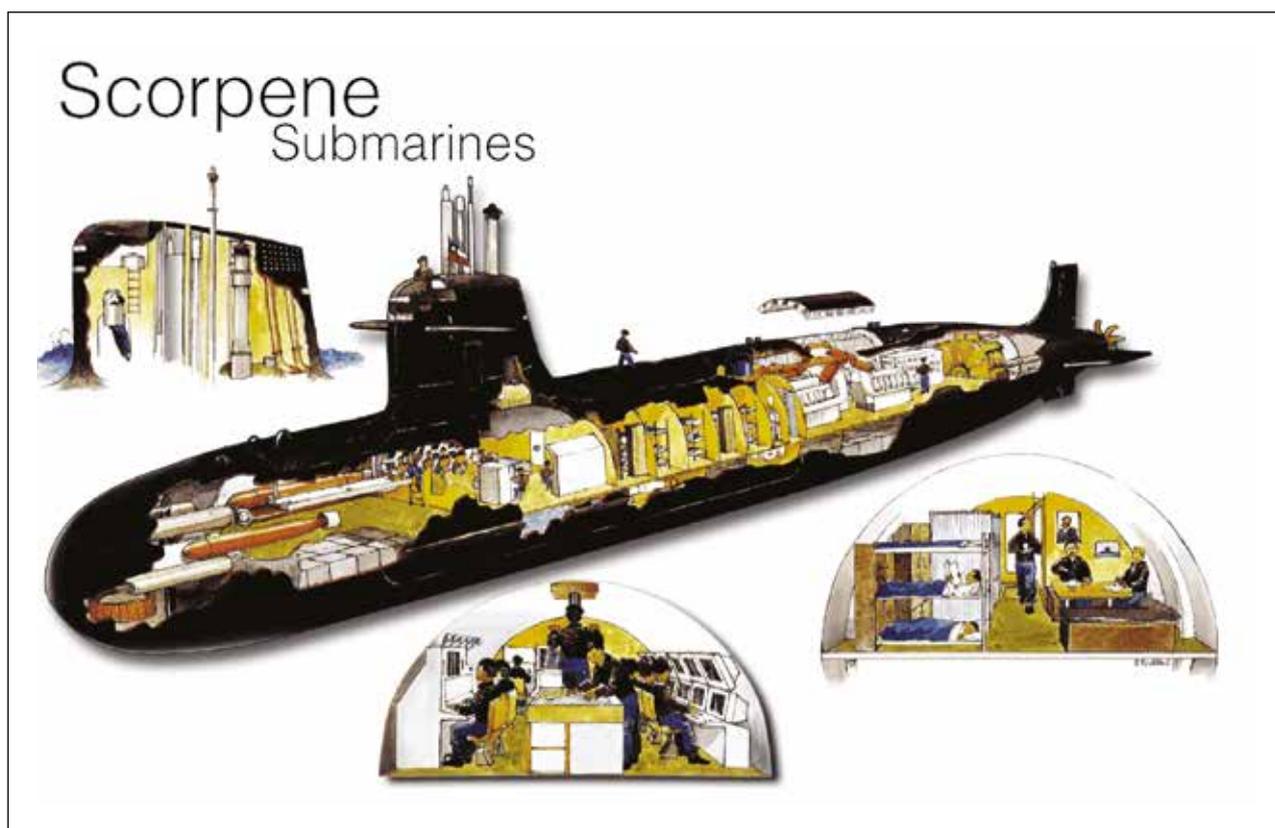
um consenso de que se tratava de um assunto de suma importância para a defesa do País.

Em 2008, os cofres públicos puderam realimentar as expectativas com a aprovação do Programa Nacional de Defesa assim como o anúncio da parceria tecnológica e estratégica com a França, na qual este país se comprometeria a fabricar quatro submarinos de tipo “Scorpène” e a dar auxílio no desenvolvimento no que se refere à parte não nuclear do projeto de submarino a propulsão nuclear brasileiro.

O objetivo deste artigo é apresentar informações sobre submarinos nucleares, com enfoque no futuro submarino brasileiro, enfatizando o valor agregado que tal empreitada bem-sucedida concederia ao Brasil no cenário mundial.

Dessa forma, primeiramente será apresentado um breve histórico sobre o submarino de propulsão nuclear.

Em seguida, será descrito o funcionamento da planta nuclear e serão relacionadas as vantagens dos submarinos de propulsão nuclear em relação aos convencionais.



Fonte: <http://www.defenseindustrydaily.com/Scorpenes-Sting-Liberation-Publishes-Expose-re-Malaysias-Bribery-Murder-Scandal-05347/>

Será apresentado também um resumo histórico do PNM, no qual serão apontados os estágios necessários para que a construção do submarino nuclear se concretize assim como as etapas concluídas até os dias atuais.

Serão expostos, ainda, os benefícios de um submarino nuclear no âmbito político, tecnológico e econômico.

Finalmente, concluiremos com argumentos que indicam a importância da incorporação à Força de Submarinos (ForSub) do primeiro submarino nuclear brasileiro assim como reforçam a ideia de que se trata de um programa não da Marinha do Brasil, mas de toda nação.

## HISTÓRICO

Devido à necessidade de se reduzir a exposição dos submarinos a possíveis ameaças enquanto carregam suas baterias, pesquisas foram desenvolvidas a fim de manter o navio a maior quantidade de tempo possível submerso, diminuindo sua vulnerabilidade e tornando o submarino uma arma ainda mais letal. Isso só seria possível através de uma fonte de energia que não utili-

zasse o oxigênio para gerar calor como acontecia com os combustíveis de origem fóssil (diesel, gás). Então, a linha de ação encontrada foi utilizar a energia nuclear.

Os EUA foi o primeiro país a alcançar tal sonho, com o USS “Nautilus”, o precursor de uma linhagem vitoriosa, que foi lançado dia 21 de janeiro de 1954. Seus tripulantes foram os primeiros a atravessar o mar Ártico por sob a calota de gelo, e também os primeiros a se postarem sob o polo norte geográfico.

Como pode-se observar no quadro ao lado, outros países seguiram os EUA e envidaram esforços de modo a obter a tecnologia necessária para poder lançar os seus próprios submarinos nucleares. A história dos submarinos nucleares é, portanto, recente e não está ao alcance de todos, mas a tendência é que cada vez mais nações invistam nesse tipo de meio militar, visto que os países que já os possuem provaram que se trata de uma arma de enorme poderio e uma flexibilidade extremamente útil a qualquer Marinha do mundo.

Hoje, a Marinha dos EUA possui quatro tipos de submarinos: Classe “Los Angeles”, Classe “Seawolf” e Classe “Virginia”, e ainda o submarino lançador de mísseis balísticos Classe “Ohio”. Já a Marinha russa conta com o submarino de caça “Shchuka”, o submarino lançador de mísseis balísticos da Classe “Akula” e o mais recente, o da Classe “Borei”. Na França, o representante é o “Triomphant”; e na Inglaterra, o “Vanguard”. A China, por sua vez, possui os 09-I, 09-II, 09-III e o 09-IV e, em 2009, a Índia lançou o “INS Arihand”.

## FUNCIONAMENTO DA PLANTA DE PROPULSÃO E VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS CONVENCIONAIS

Uma pergunta natural que provavelmente pode surgir na mente de uma grande parte da população é: quais são as diferenças entre o submarino nuclear para o convencional que justifique tanto entusiasmo despendido num projeto tão oneroso para os cofres públicos? É justamente essa questão que iremos tratar nesta seção deste artigo.

De acordo com a definição<sup>1</sup>, o termo submarino nuclear significa “embarcação movida pela energia gerada por um reator nuclear capaz de emergir e submergir quando desejado”. Como se pode perceber, a diferença principal reside no sistema de propulsão dos submarinos. Enquanto no submarino nuclear há a pre-

Países que dominam a tecnologia de construção de submarinos nucleares (Posição, Primeira embarcação e Data de lançamento)



1) USS Nautilus 21 de janeiro de 1954



2) K-3 Leninsky Komsomol 9 de agosto de 1957



3) HMS Dreadnought (S101) 21 de outubro de 1960



4) Redoutable (S 611) 29 de março de 1967



5) Changzheng 1 (401) 1970

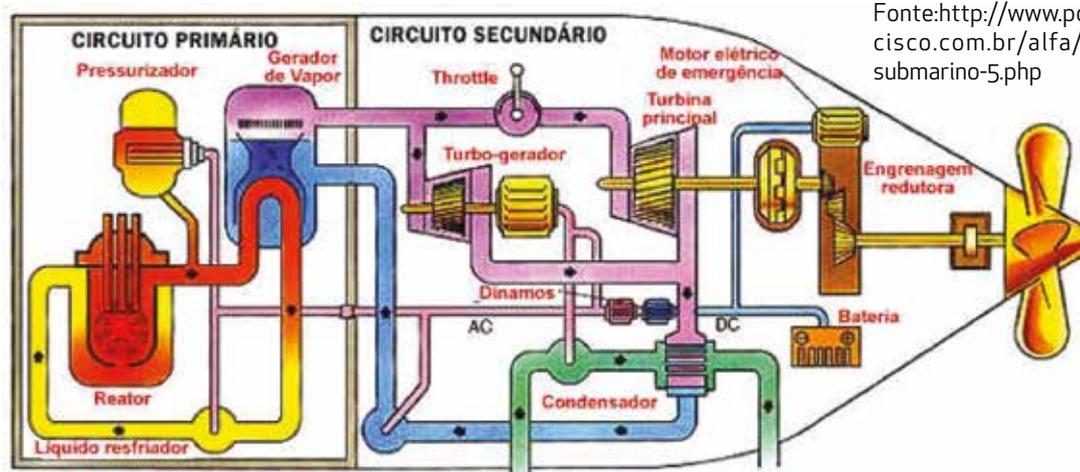


6) INS Arihand 26 de julho de 2009

Primeiros Submarinos Nucleares

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Submarino\\_nuclear](http://pt.wikipedia.org/wiki/Submarino_nuclear)

<sup>1</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Submarino\\_nuclear](http://pt.wikipedia.org/wiki/Submarino_nuclear)



sença de motores dotados de PWR<sup>2</sup>, no convencional os motores usados são a diesel.

Na figura esquemática acima, está representada uma planta de propulsão que seria implantada no primeiro submarino nuclear brasileiro. Ela é composta de dois circuitos: primário e secundário. O processo de obtenção de energia para os fins da embarcação começam no circuito primário, com a fissão do combustível formado por isótopos do Urânio-235 nos reatores, provocando o aquecimento da água que entra na rede. Após isso, essa água é mantida pressurizada para não vaporizar até passar pelo trocador de calor, que nada mais é do que o gerador do vapor que é encaminhado para o circuito secundário. A parte secundária é uma instalação de propulsão de turbina a vapor, na qual o vapor faz as turbinas girarem produzindo a energia elétrica para que os motores elétricos funcionem assim como toda a aparelhagem eletrônica que está instalada a bordo.

É importante fazer um esclarecimento pertinente neste momento que diz respeito à verdadeira capacidade de submersão do submarino nuclear, sob o ponto de vista do tempo. A mídia divulgou em várias oportunidades que esse tipo de meio de guerra só precisaria emergir após períodos maiores que um ano, o que não é verdade. De fato, o submarino nuclear tem um adicional de tempo submerso em relação aos submarinos convencionais; porém, em virtude da saúde psicológica dos tripulantes, eles ficam no máximo cinco ou seis meses em comissão.

De qualquer forma, impressiona pelo tempo que fica operativo. Isso se deve a um fator preponderante justamente no reator nuclear, o qual cria uma reação

em cadeia, que produz calor em grande quantidade, sem fazer uso do oxigênio. Uma vez que não carece de oxigênio, não necessita emergir em busca do ar atmosférico para que possa passar mais tempo imerso. Além disso, esse calor gerado em abundância permite que o submarino possa cumprir suas tarefas em velocidades mais altas, possibilitando o rastreamento e cobertura de uma larga extensão de área. Portanto, percebe-se a importância para a Marinha do Brasil, responsável pela Amazônia Azul<sup>3</sup>, da existência de um meio militar desta natureza.

Desta forma, é fácil notar que o uso da energia nuclear para a propulsão do submarino faz uma grande diferença porque permite um maior tempo de submersão, maiores velocidades, melhor qualidade de vida a bordo, além de outros benefícios que, agregados, permitem uma melhor contribuição da MB para a segurança e defesa nacionais.

## PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA (PNM)

O PNM teve início em 1979 com o programa Chalana, com o objetivo de construir um submarino de ataque de propulsão nuclear. Este projeto foi dividido em dois: Projeto Ciclone e Projeto Remo. O primeiro tinha como objetivo desenvolver ultracentrífugas para o ciclo do combustível nuclear enquanto o segundo visava desenvolver o reator nuclear e os seus sistemas complementares.

Em 1982, a primeira vitória foi alcançada com o sucesso no enriquecimento de urânio através da ultracentrifugação, que demonstrou ser mais eficiente do que o

<sup>2</sup> Pressurized Water Reactor

<sup>3</sup> Os espaços marítimos brasileiros atingem aproximadamente 3,5 milhões de km<sup>2</sup>, sendo denominado de Amazônia Azul.



Fonte: [http://www.mar.mil.br/menu\\_h/noticias/dia\\_marinheiro/13dez2005/exposicoes.htm](http://www.mar.mil.br/menu_h/noticias/dia_marinheiro/13dez2005/exposicoes.htm)

método a jato centrífugo. Devido a esse primeiro sucesso, a CNEN (Confederação Nacional de Energia Nuclear) passou a apoiar o projeto, que ganhou mais força com a fundação do que viria a se tornar o atual Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP). Nessa época também foram construídas usinas de enriquecimento isotópico de urânio e traçado um cronograma para desenvolvimento do primeiro reator.

Mas não bastava apenas uma expansão do projeto da edificação de uma usina nuclear, mas também um local em que fosse possível a produção do combustível nuclear, o teste de protótipos e equipamentos e a capacitação das futuras guarnições. No âmbito dessa questão, surge o Centro Experimental Aramar (CEA), situado no município de Iperó, SP.

A expressão Programa Nuclear da Marinha surge nessa época, pela primeira vez, para substituir o nome anterior Chalana, sendo dividido em dois projetos: Projeto do Ciclo do Combustível e Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE). Segundo o Vice-Almirante (EN) Carlos Passos Bezerril, o objetivo do recém-batizado PNM seria “o desenvolvimento de capacitação tecnológica nacional na produção de combustível nuclear e no projeto, construção, comissionamento, operação e manutenção de reatores núcleo-elétricos tipo PWR”.<sup>4</sup>

A primeira etapa está concluída e consistiu no controle completo do ciclo do combustível extremamente instável como o em questão. O ciclo de combustível se inicia com a prospecção da matéria-prima, urânio. O concentrado de urânio, conhecido como *yellow cake*, sofre a conversão para o gás hexafluoreto de urânio, que é o insumo utilizado nas ultracentrífugas. Uma vez enriquecido, ou seja, tendo atingido a marca de 4% de U235, o gás é reconvertido ao estado sólido em forma de pastilhas que serão introduzidas em varetas chamadas de *zircalloy*. Estas varetas formarão o elemento combustível que será queimado no reator, finalizando a etapa do ciclo combustível. É importante comentar sobre a instalação da Unidade Piloto para Produção de Hexafluoreto de Urânio (USEXA), mostrado na figura abaixo, que permite produzir 40 toneladas do hexafluoreto de urânio necessário para abastecer as usinas e o reator.



Fonte: Palestra Inaugural do Grêmio de Engenharia da EN (03/08/2010) do diretor do CTMSP, o Vice-Almirante (EN) Carlos Passos Bezerril



A segunda etapa busca o desenvolvimento e a construção, com tecnologia própria, de uma planta nuclear de geração de energia elétrica, incluindo um reator nuclear. Essa instalação servirá para a formação de centrais energéticas espalhadas pelo país, além de suprir as demandas estratégicas na área de defesa.

É importante enfatizar que esse projeto é caro e exige, para a sua finalização, constante fluxo de caixa. O acordo Brasil-França trouxe novas expectativas devido ao fato da interrupção de recursos financeiros,

<sup>4</sup> Apresentado nos slides da palestra ministrada pelo próprio Vice-Almirante na inauguração do Grêmio de Engenharia, na ESCOLA NAVAL, em 03/08/2010.

como já ocorreu no passado, ser mais difícil, visto que isso acarretaria a quebra de uma espécie de contrato internacional, trazendo uma imagem que nenhuma nação busca perante a comunidade internacional. Além disso, as tecnologias que estão sendo ali desenvolvidas transcendem a aplicação puramente militar.

## BENEFÍCIOS

Não há dúvida de que o submarino nuclear irá trazer benefícios, no âmbito militar, já que, além de outras vantagens, serviria de inspiração para uma possível revitalização da indústria bélica no Brasil. Entretanto, é importante expor as consequências positivas que não dizem respeito somente ao setor militar, de modo que o PNM ganhe um contexto de projeto nacional, que sempre foi o intuito da MB. Portanto, serão apresentadas, nesta seção, as virtudes principais do PNM nos campos da política, tecnologia e economia.

Atualmente, o poder político é exercido por aqueles com experiência em dissolução de conflitos, em nome de um bem comum, através de sua força coercitiva. Esta tem como um de seus componentes mais eficazes o Poder Naval, o qual é de valia inimaginável para política internacional. Nenhum país do mundo poderá exercer posição de destaque no cenário mundial sem ter uma Marinha forte, vide EUA, Inglaterra e outros. Um submarino nuclear contribuiria de tal maneira para a confirmação e eficácia desse Poder que se tornaria, conseqüentemente, meio de dissuasão para impor os objetivos fundamentais do Estado Brasileiro.

O Brasil sempre foi um país pacífico, e sempre priorizou bastante o uso do recurso diplomático, adotando postura apenas dissuasória. Entretanto, não se pode afirmar que isso permanecerá para dias vindouros.

Tanto na vertente preventiva quanto na ofensiva, o submarino nuclear emana incerteza para seus inimigos devido a sua capacidade de ocultação e superioridade militar. Sua autonomia e velocidade o tornariam, dentre todos os nossos meios, inclusive o Navio Aeródromo “São Paulo”, nosso maior poder de dissuasão e de ataque, já que poderia permanecer operativo, defendendo a nossa costa por longos períodos.

No âmbito tecnológico, podemos citar as parcerias com instituições federais e privadas, que permitiram ganho no que diz respeito à capacitação técnica, contribuindo para o amadurecimento nuclear do Brasil, tais como a USP, a COPPE - UFRJ, o IEN e tantas outras instituições. Além disso, vale ressaltar que já do-

minamos o ciclo de combustível, o que permite, por meio deste conhecimento técnico, sua aplicação como fonte alternativa de energia diversificando a matriz-energética brasileira, extremamente dependente de usinas hidrelétricas. O mais importante aqui é comentar os desenvolvimentos alcançados durante o projeto que incorporam valor agregado, permitindo ao Brasil obter uma crescente independência tecnológica em relação do exterior, abrindo novos espaços e perspectivas para a indústria nacional.

Sob a égide econômica, auxilia começar apresentando alguns dados importantes sobre a vasta área marítima brasileira. O Brasil possui jurisdição sobre uma extensão marítima de aproximadamente 4.451.766 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 52 % do território brasileiro. Nesta região, encontra-se uma grande parte das atividades econômicas geradoras de divisas para o país, entre as quais podemos citar: o comércio exterior, a pesca, a exploração de petróleo e o turismo. Para se ter uma noção do significado do comércio através do mar, basta dizer que cerca de 95% de todo o montante comercial que entra ou sai do país ocorre através do mar, e que o país lucra mais de 200 bilhões de dólares anualmente com essa atividade. O Brasil é extremamente dependente do seu comércio exterior, exigindo para que não entre em colapso, uma força naval à altura, uma vez que o meio em que atua é estratégico para o país.



Fonte: <http://www.estadao.com.br/noticias/nacional,submarinos-brasileiros-comecam-a-sair-do-papel,545654,0.htm>



Fonte: <http://www.naval.com.br/blog/tag/submarino-nuclear/#axzz24yc5LRti>

Com relação ao petróleo, sabemos que os navios mercantes utilizam como combustível derivados do petróleo, e este produto é considerado um *royalty* do qual muitos países usufruem. Portanto, considerando as extensas áreas de extração de petróleo no Brasil e ainda unindo-se isso à descoberta do pré-sal, este produto coloca o país na condição de um grande produtor de petróleo, além de gerar riquezas através das exportações. Para que o uso e a exploração ilegais de nosso petróleo não ocorram, é imprescindível a sensação da presença da Marinha do Brasil, algo que seria conseguido com maior facilidade com uma força dotada de um submarino nuclear. Sob um ponto de vista futuro, pode-se comentar que o petróleo eventualmente irá se esgotar e se tornará muito caro mesmo antes deste fato chegar a se consumir; logo, novas alternativas de obtenção de energia deverão ser estudadas. O projeto do submarino nuclear poderia proporcionar o domínio da tecnologia nuclear, permitindo, caso fosse necessário, a adaptação da mesma para navios mercantes e também para o fornecimento básico civil no futuro.

Por fim, pode-se comentar a matéria “Superbêlicas verde-amarelas”, recentemente divulgada pelo jornal O Globo, a qual discorre sobre uma parceria, dentre muitas previstas por um projeto do governo, da MB com grandes empresas da área de construção civil (Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa, Odebrecht) na participação da construção da base de submarinos em Itaguaí. Isso resulta em geração de empregos e é uma demonstração do impulso resultante dos esforços para a construção do submarino nuclear.

Portanto, torna-se claro que o Brasil deve dispor de meios navais à altura dessa estatura econômica e dos interesses marítimos que pretende preservar.

## CONCLUSÃO

O submarino é um instrumento bélico que possui uma grande vantagem estratégica em relação a outros meios de combate devido a sua principal característica de submersão, que lhe confere o elemento surpresa, imprescindível quando o assunto tratado é a guerra no mar.

Atualmente a MB é dotada apenas de submarinos convencionais que, embora desempenhem suas atividades de maneira eficaz, apresentam uma grande desvantagem no que diz respeito à dependência do ar atmosférico, o que restringe a sua operabilidade, reduzindo a área por ele coberta e, em consequência, a defesa do país.

Em contrapartida, o submarino nuclear dispõe de um sistema de propulsão que não necessita de ar atmosférico para se movimentar, além de produzir um adicional de energia, permitindo o desenvolvimento de maiores velocidades. Dessa forma, esse tipo de meio pode permanecer um prolongado tempo submerso assim como percorrer grandes distâncias com rapidez.

Em busca deste sonho, a MB já conseguiu dominar o ciclo de combustível e não está longe de concluir a segunda etapa, a de construir a planta de um reator nuclear. Concluída esta etapa, faltarão apenas alguns detalhes para o lançamento do primeiro submarino nuclear do Brasil e sua inserção no rol dos países dotados de capacitação tecnológica invejável e respeitada em todo mundo.

Vale realçar, mais uma vez, as consequências benéficas advindas da construção de um submarino de propulsão nuclear no país.

Sob o aspecto político, citamos o maior poder de dissuasão. Nota-se que muitas disputas no âmbito internacional acabaram em vitória para os países detentores de tecnologias vistas como reflexo de um país de primeiro mundo. O domínio da energia do tipo nuclear é uma daquelas que eleva o *status* de nações perante a sociedade mundial. Portanto, para que o Brasil consiga galgar voos mais altos, é importante que mostre ao mundo que é capaz de construir um submarino nuclear.

Já sob a perspectiva tecnológica, podemos ressaltar o estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias

assim como a instituições de pesquisa. O projeto, do submarino nuclear utilizou a atuação de várias empresas governamentais e particulares de modo a conseguir conquistar seus objetivos. Isso gerou empregos indireta e diretamente, fato observado, também, com a inserção cada vez maior de engenheiros na Marinha.

E, finalmente, sob o escopo econômico, é interessante comentar que o Brasil possui atualmente uma economia altamente robusta, fruto, em grande parte, do vigoroso fluxo comercial que depende do mar. Além disso, foram descobertas novas jazidas de petróleo e do pré-sal, aumentando ainda mais as riquezas natu-

rais exploráveis presentes no mar. Por isso, torna-se conveniente uma arma para defender essas riquezas, e nada melhor do que o submarino a propulsão nuclear, cuja área de atuação impressiona até mesmo aqueles adeptos de conceitos de meios submarinos futuristas.

Não há dúvidas que o PROSUB é um projeto nacional que exige apoio de todos brasileiros, porque o submarino não representa apenas um meio extraordinário de guerra, mas também é uma amostra da capacidade técnica do país. Ele é um símbolo, um estandarte de um país. Por isso, que venha o “Senhor dos Mares”.

## **BIBLIOGRAFIA**

ARTHOU, Alan Paes Leme. *Cenário Energético Brasileiro*. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 126, n. 10/12, p. 93-107, out./dez. 2006.

BEZERRIL, Carlos Passos. *Apresentação CPEM 2007*. Palestra proferida pelo Diretor do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) no Centro Experimental Aramar em 27 de junho de 2007.1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. *Inauguração do Grêmio de Engenharia da Escola Naval*. Palestra proferida pelo Diretor do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) no Auditório Amazônia Azul, na Escola Naval em 3 de agosto de 2010.

CARVALHO, Roberto de Guimarães. *Submarinos: A Visão da Marinha*. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 127, n. 1/3, p. 31-34, jan./mar. 2007.

HECHT, Luís Antônio Rodrigues. *A importância estratégica da construção de um submarino nuclear para o Brasil*. 2007. Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

MARINHO, Antônio. *A vez do submarino: Marinha planeja impulsionar projeto nuclear, hoje quase parado em Aramar*. O Globo, Rio de Janeiro, 24 jun. 2007. Seção Ciência, p. 44.

Ministério da Defesa. *Política de Defesa Nacional*. Brasília: Ministério da Defesa, 2005. 21 p.

Prospectivas e Estratégias para o Desenvolvimento da Energia Nuclear no Brasil – Parte II. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 120, n. 1/3, p. 173-195, jan./mar. 2000.

SILVA, Othon Luiz Pinheiro da. *Os Interesses e a Participação da Marinha no Desenvolvimento Nuclear Brasileiro*. In: CENTENÁRIO DE NASCIMENTO DO ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO, 1., 1989, Rio de Janeiro.

Revista Marítima Brasileira. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, v. 109, n. 7/9, jul./set. 1989. p. 13-26.

Submarinos Nucleares: Sonho ou Solução. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 123, n. 4/6, p. 115-120, abr./jun. 2003.