

UMA BREVE HISTÓRIA DO PROGRAMA NUCLEAR INDIANO



Primeiro-Tenente (QC-CA) Rogerio Lamblet da Silva

Com uma população de mais de um bilhão e quatrocentos milhões de habitantes, a Índia representa a quinta maior economia do mundo. O programa nuclear indiano se encontra em estágio avançado de desenvolvimento. O País testou com sucesso artefatos nucleares em 1974 e 1998. Possui questões fronteiriças com a China e Paquistão, dois detentores de bombas nucleares.

Este artigo é baseado no livro *Submarine propulsion: muscle power to nuclear propulsion*, de Anil Anand. O autor Anil Anand é engenheiro mecânico com especialização em energia nuclear. Trabalhou durante muitos anos no centro de pesquisa nuclear Bhabha sediado em Mumbai, Maharashtra, Índia. Este centro desempenha o mesmo papel que a Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEP) para o programa de desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro.

Antes de falar da História do programa nuclear indiano, é importante discorrer sobre o desenvolvimento da Marinha Indiana. A Índia conquistou a sua independência em 1947 em um processo de descolonização pós-Segunda Guerra Mundial. No início, contava apenas com meios de superfície para defender a sua costa. A dependência do país na aquisição de meios navais britânicos foi a principal caracte-

terística da sua história inicial. A Marinha foi comandada por oficiais ingleses. O submarino era então considerado uma arma ofensiva. Não era condizente com uma doutrina de defesa seguida por aquela Marinha.

A guerra sino-indiana, em 1962, devido à disputa territorial na região do Himalaia, iniciou uma mudança na doutrina militar indiana. O desenvolvimento das Marinhas da Indonésia e Paquistão, após a retirada da Marinha Real Britânica do Oceano Índico foi visto com preocupação pelos indianos. Em 1963 o Paquistão adquiriu um submarino de fabricação norte-americana, o PNS Ghazi.

A Índia passou a procurar assistência da então União Soviética para desenvolver a sua Força de Submarinos. Em setembro de 1965, a Marinha da União Soviética vendeu quatro submarinos da Classe *Foxrot*. Esse acordo iniciou um longo período de cooperação entre as duas Marinhas.

1. O INTERESSE PELO ARMAMENTO NUCLEAR

Com o apoio soviético e início da operação de submarinos, começou a discussão sobre o desenvolvimento de um submarino

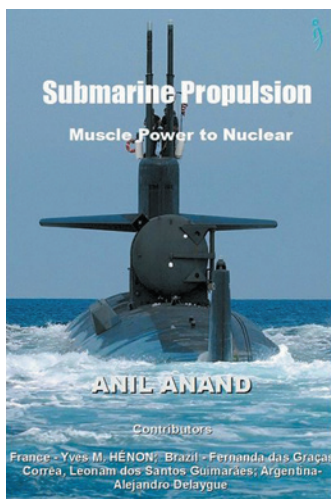


Figura 1: Submarine propulsion.



Figura 2: Submarino convencional Classe *Foxrot*.

nuclear indiano. A ideia ganhou força após a intervenção internacional na guerra indo-paquistanesa de 1971. A intervenção da frota soviética do Pacífico composta de navios e submarinos nucleares chamou atenção do governo indiano para o uso desta arma no controle do Oceano Índico. Entretanto, o governo indiano não assinou o Tratado de não proliferação de armas nucleares (TNP), que entrou em vigor em 1970. De acordo com o tratado, apenas as nações que detonaram bombas nucleares antes de 1967 têm o direito de possuir esse tipo de armamento. Os cinco países com armas nucleares reconhecidos pelo tratado são: Estados Unidos, Rússia, Reino Unido, França e China. Com o entendimento de que o fornecimento internacional de combustível para o desenvolvimento de um reator de propulsão ficaria ainda mais difícil, o país optou por produzir o combustível no seu próprio centro de desenvolvimento.

O Centro de Desenvolvimento Nuclear Bhabha foi fundado em 1954 por Homi Jehangir Bhabha e fica localizado em Trombay, Mumbai. Conhecido pela sigla BARC (Bhabha Atomic Research Center), trata-se de um centro de desenvolvimento multidisciplinar essencial para o desenvolvimento do programa nuclear indiano. Tornou-se um importante centro de formação de mão de obra qualificada na operação e produção de combustível nuclear. O plutônio utilizado no teste nuclear de Pokhran foi produzido no Canadian-Indian Reactor Uranium System (CIRUS), um de seus reatores de pesquisa.

Em 1976, um grupo de engenheiros da Marinha foi destacado no centro de desenvolvimento BARC para receber treinamentos e analisar diferentes propostas de reatores de propulsão nuclear. Além disso, discutiram parâmetros e requisitos para os demais sistemas relacionados com a parte não nuclear. Na época, já havia material técnico não reservado disponível sobre sistemas de propulsão que ajudaram a formar a base do projeto. Muita pesquisa e desenvolvimento foram realizados. O grupo formado pelos militares e engenheiros civis do centro BARC foi designado Grupo 932. Muito debate foi realizado sobre qual seria o melhor combustível que pudesse ser produzido e ser empregado em um reator compacto como no caso de um submarino. O projeto selecionado foi um PWR que utiliza água como refrigerante e moderador. Possui um circuito primário de alta pressão que troca calor com um circuito secundário para geração de vapor. Com redução na demanda de potência, diminui o fluxo de vapor no circuito secundário. A temperatura no núcleo tende a aumentar. O aumento de temperatura causa

diminuição da densidade da água no circuito primário. Isso permite uma maior velocidade dos nêutrons, uma vez que a água se comporta como moderador. Esse efeito causa a diminuição da velocidade da fissão resultando na diminuição da temperatura do núcleo do reator. O sistema representa uma boa reação às variações rápidas na demanda de potência.

Durante os anos de 1981 a 1983, foram realizadas discussões entre Índia e União Soviética sobre a possibilidade de cooperação no programa nuclear indiano. Um acordo foi realizado em abril de 1982. A Marinha da União Soviética iria alugar um submarino nuclear para a Marinha Indiana como subsídio para o desenvolvimento do seu próprio submarino. O acesso a sua propulsão seria garantido para que a tripulação e técnicos indianos pudessem estudar a distribuição estreita do complexo sistema de propulsão a bordo. Duas tripulações indianas completas seriam treinadas na manutenção e operação do meio. Assistência técnica seria ainda fornecida na montagem das instalações de construção do novo submarino indiano.

Em 1985, o projeto passou a ser coordenado pelo Ministério da Defesa Indiano por meio do Defence Research and Development Organisation (DRDO). Passou a ser denominado Advanced Technology Vessel (ATV).

No dia 1º de fevereiro de 1988, chegava ao porto de Vizag o K-43, batizado então como INS Chakra. Primeiro submarino nuclear a serviço da Índia, operado pela tripulação soviética. Aos indianos não era permitido o acesso ao compartimento do reator nem à sala de mísseis. O contrato não foi renovado sob o governo do então presidente russo Boris Yeltsin. O K-43 retornou para Vladivostok em janeiro de 1991.

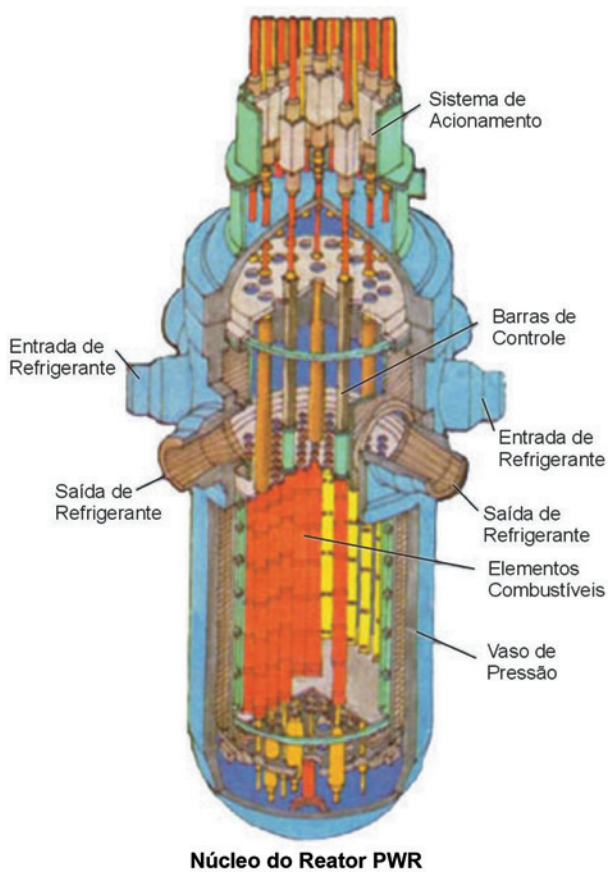
Os desafios da construção de um reator nuclear de propulsão são inúmeros. A potência por unidade de tamanho e peso



Figura 3: INS Chakra. Utilizado como base de treinamento das tripulações indianas.

são muito maiores que uma instalação de terra. O controle da velocidade de reação no interior do reator é realizado com hastes de controle confeccionadas de material absorvedor de nêutrons como boro ou cádmio. Quando as barras estão totalmente içadas, o gerador está trabalhando em sua máxima capacidade de produção de energia. Quando as hastes estão totalmente arriadas, a reação em cadeia é interrompida. Portanto, o controle da reação depende do movimento preciso das hastes. A dificuldade está em realizar o processo no ambiente submarino. As variações de ponta, banda e o próprio jogo na superfície podem interferir. Faz-se necessário um sistema robusto para içar e arriar as hastes de controle.

O processo de enriquecimento do material combustível escolhido foi a separação de hexafluoreto de urânio (UF₆) pelo processo de ultracentrifugação. Um processo complicado, uma vez que o UF₆ se trata de um gás altamente corrosivo. Pelas características únicas das centrífugas e do processo de enriquecimento, a grande maioria dos seus componentes não estavam disponíveis comercialmente e tiveram de ser desenvolvidos no país.



Núcleo do Reator PWR

Figura 4: Esquema de um Reator do Tipo PWR.

Em 1994, foi iniciada a montagem de uma seção de casco e anteparas onde seria testada uma planta nuclear em terra. Uma versão em miniatura do primeiro reator foi produzida pelo centro de pesquisa BARC nas instalações do Indira Gandhi Centre for Atomic Research (IGCAR) em Kalpakkam. O protótipo foi montado dentro de uma seção de casco resistente de 42 metros contendo o vaso de pressão e uma sala de controle. Uma segunda sala de controle foi montada para monitorar os parâmetros de segurança do reator. O protótipo foi instalado em 11 de novembro de 2003 e sua operação foi iniciada em 22 de setembro de 2006. O sucesso da operação por três anos abriu caminho para fabricação do reator do futuro INS Arihant. Seu nome significa “Destruidor dos inimigos” em hindu. Trata-se de um Ballistic Missile Submarines (SSBNs). Os subsistemas do reator foram testados no centro de teste de máquinas de Visakhapatnam. Instalações para carregamento e substituição do combustível nuclear em submarinos atracados também foram construídas. O protótipo de 83 MW de potência ficou sendo utilizado para treinamento de novas tripulações.

O projeto contou com intensa participação da indústria nacional daquele país. O modelo detalhado do meio foi implementado pela Larsen & Toubro no centro de desenvolvimento de Hazira. Os sistemas de controle do submarino foram desenvolvidos pela Tata Power SED. As turbinas a vapor e sistemas associados foram desenvolvidos pelas indústrias Walchandnagar.

O navio foi lançado em julho de 2009 e iniciou um longo processo de testes operacionais. O reator do futuro INS Arihant foi operado pela primeira vez em 10 de agosto de 2013. No dia 13 de dezembro de 2014, o submarino começou a navegar para realização dos seus testes de mar. O submarino completou seus testes de mar em março de 2021.

A Índia se tornou a sexta nação do mundo a construir um submarino de propulsão nuclear, completando a sua tríade, capaz de lançar armamento nuclear por bombardeiros estratégicos, mísseis balísticos lançados por terra e mísseis balísticos lançados por submarino. Foi a primeira nação do mundo a construir submarino nuclear sem fazer parte do Conselho de Segurança da ONU.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Francisco. **A energia nuclear.** [Recife, PE]: Museu de Ciências Nucleares, [20--]. Disponível em: https://museunuclear.com/wp-content/uploads/2020/11/A-energia-nucleletrica_v3.pdf. Acesso em: 11 mar. 2023.

ANAND, Anil. **Submarine propulsion muscle power to nuclear propulsion.** Maharashtra, India: Frontier India, 2016. p. 164.

CHAGAS, Gabriela. As tensões entre China e Índia: disputas territoriais e rivalidade histórica. **Núcleo de Estudos do BRICS**; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 6 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/nebrics/as-tensoes-entre-china-e-india-disputas-territoriais-e-rivalidade-historica/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GLOBALSECURITY. **Advanced Technology Vessel (ATV).** globalsecurity.org, 2017. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/world/india/atv.htm>. Acesso em: 5 mar. 2023.

SIMHA, Rakesh Krishnan. **Birth of a boomer: how India built its nuclear submarine.** Swarajyamag.com, [S. l.], 23 out. 2016. Disponível em: <https://swarajyamag.com/defence/birth-of-a-boomer-how-india-built-its-nuclear-submarine>. Acesso em: 10 mar. 2023.

NAVAL Technology. Arianth Class Submarine. **Naval-technology.com**, [S. l.], 19 ago. 2009. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/projects/arihant-class/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SUTTON, H. I. 5 years of submarine secrecy: India's unique arihant class is still in hiding. **Navalnews.com**, [S. l.], 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/05/5-years-of-submarine-secrecy-indias-unique-arihant-class-is-still-in-hiding/#prettyPhoto>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BANERJEE, Aritra. India's 1st nuclear submarine ins chakra was a highly classified project; crew recount gruelling russian experience. **The Eurasian Times**, [S. l.], 6 dez. 2021. Disponível em: <https://eurasianimes.com/indias-1st-nuclear-submarine-ins-chakra-was-a-highly-classified-project/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

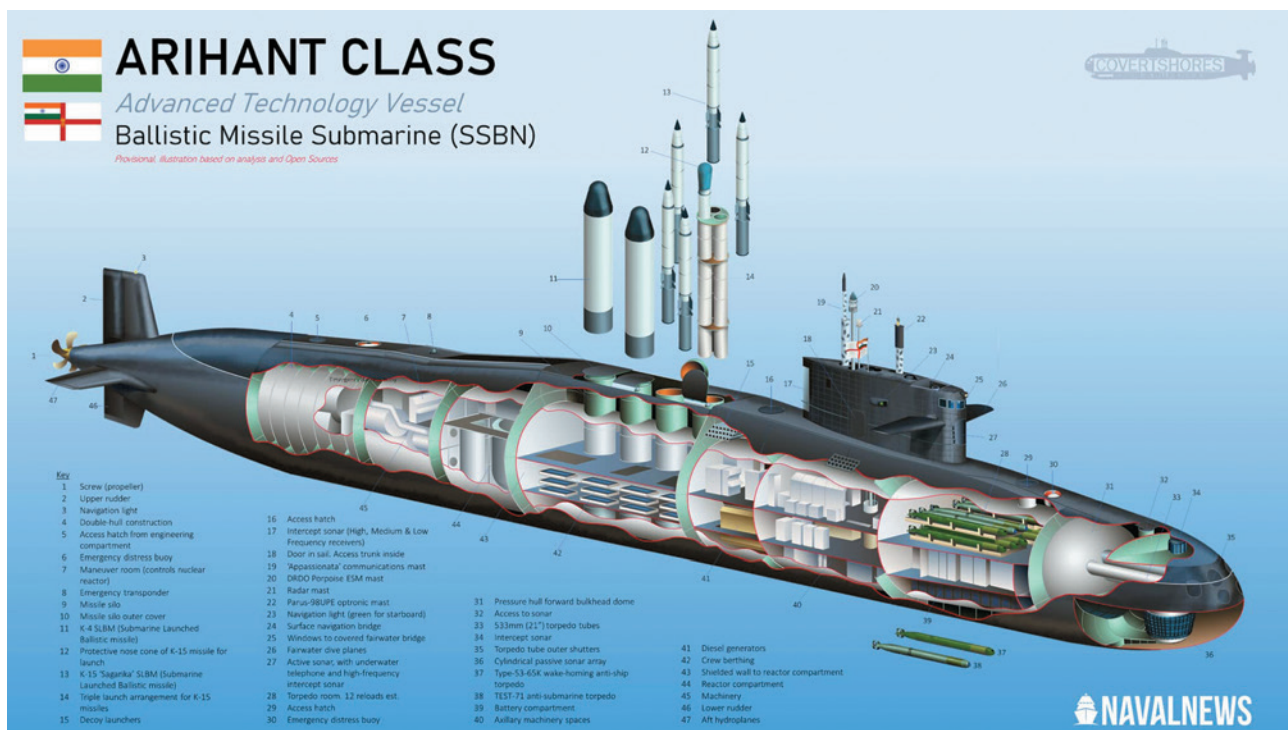


Figura 5: INS Arihant, primeiro submarino de propulsão nuclear produzido na Índia.