

## Desenvolvimento e inovação tecnológica na Marinha do Brasil

16/02/2021



Por [Carlos Alberto Araújo de Carvalho Filho](#)[Humberto Moraes Ruivo](#)

A Marinha conta atualmente com cerca de 2.100 engenheiros, entre civis e militares, que trabalham em diversos projetos científico-tecnológicos inovadores, alguns de aplicação dual. Dois de seus programas estratégicos são considerados prioritários: o Programa de Desenvolvimento de Submarinos – PROSUB; e o Programa Nuclear da Marinha – PNM. Ambos têm levado à criação e desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

O PROSUB valeu-se de um contrato de transferência de tecnologia francesa para projetar e construir, no Brasil, quatro submarinos de propulsão diesel elétrica: o “Riachuelo”, que está finalizando suas provas de mar; o “Humaitá”, que já iniciou seus testes de aceitação no porto; o “Tonelero”, que teve suas seções integradas em 2020; e o “Angostura”, que passará por isso em 2021. E também um submarino convencional com propulsão nuclear (SN-BR), cuja construção avança para a fase de detalhamento do projeto.

Para a construção dos submarinos, foi montada uma infraestrutura que incluiu a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas e o Estaleiro do Complexo Naval de Itaguaí. O Complexo compreende, além do estaleiro, uma base naval, ativada em 2020, e centros de manutenção de sistemas e treinamento de tripulações. No estaleiro, será instalado o Complexo de Manutenção Especializada, para apoio logístico dedicado a aspectos da geração de energia do SN-BR.

O PNM, por sua vez, tem como objetivo contribuir com o PROSUB para dotar o Brasil de um SN-BR projetado e construído no País. O Programa tem duas vertentes, o projeto e a construção de uma planta nuclear para propulsão naval, denominada Planta Nuclear Embarcada (PNE), e domínio completo do ciclo do combustível nuclear.

Na primeira vertente, foi criado o projeto do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica – LABGENE, incumbido de simular a PNE. O Laboratório dará ao Brasil o primeiro reator de potência projetado e construído no país, à água pressurizada, de 2ª geração, com requisitos de segurança de 3ª geração (pós-Fukushima).

Em 2020, apesar das restrições impostas pela COVID-19, houve avanços significativos no LABGENE, tanto na fabricação pela empresa NUCLEP da estrutura resistente (contenção) da seção do reator, como na montagem eletromecânica do Laboratório, dos Sistemas do Prédio de Tratamento de Resíduos, dos Sistemas do Prédio de Combustível e do Sistema de Ventilação e Ar Condicionado. Além disso, houve progressos na obtenção dos Sistemas de Controle e Proteção, em fase quase final de obtenção.

Também progrediram as tratativas para utilização da capacidade industrial das Indústrias Nucleares do Brasil – INB pela Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha; e a sequência ao processo de licenciamento pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, cujo próximo marco importante será a obtenção da Licença Parcial para a Montagem Eletromecânica do LABGENE.

Na segunda vertente, o domínio do ciclo foi conquistado em 1988 e, desde então, a tecnologia autóctone de ultracentrifugação para enriquecimento de urânio, que utiliza levitação magnética, vem sendo aprimorada. Com a incorporação de diversas melhorias desenvolvidas no país, essa tecnologia adquiriu escala industrial e dotou a INB de oito cascatas de ultracentrífugas, a última inaugurada em 2019, que suprem parcialmente a demanda das usinas de Angra I e II e permitem exportar urânio enriquecido para a Argentina. Espera-se inaugurar mais duas cascatas em 2021 e mais 30 até 2030, o que ampliará significativamente a capacidade de enriquecimento.

Existem diversos laboratórios no Centro Industrial Nuclear de Aramar que realizam várias das etapas do ciclo de produção do combustível nuclear a partir dos insumos da mineração, beneficiados e fornecidos pela INB: conversão, enriquecimento, reconversão, produção e

montagem de pastilhas combustíveis, como ilustrado na figura abaixo. Em breve, a produção de hexafluoreto de urânio (UF<sub>6</sub>) será incrementada de modo a suprir as necessidades futuras do LABGENE e do SN-BR.



Além de investimentos nos aspectos tecnológicos e industriais do Programa, a Marinha desenvolveu a área de segurança nuclear naval, com a criação da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade – AgNSNQ, em 2018. Com a sanção da Lei nº 13.976/2020, a Agência recebeu amparo legal para tratar do licenciamento e fiscalização de meios navais com propulsão nuclear e do transporte de seu combustível nuclear.

A AgNSNQ tem elaborado normas, que aplica no processo de licenciamento do SN-BR em curso, e está estruturando o Centro de Acompanhamento de Respostas a Emergências Nucleares e Radiológicas Navais (CARE), em estrito cumprimento aos requisitos definidos pela Agência Internacional de Energia Atômica.

Graças ao PNM, a Marinha vem capacitando quadros com potencial para, futuramente, desenvolver pequenos reatores modulares para diversas aplicações duais, como a dessalinização e a geração de energia para locais remotos com carência hídrica e energética. Também participa do projeto do Reator Multipropósito Brasileiro, destinado à produção de radioisótopos e radiofármacos para medicina nuclear e à realização de testes de materiais.

PROSUB e PNM são indutores de capacitação, não apenas de pessoal, mas também de instituições. Suas atividades geram inovações a partir da absorção, criação e desenvolvimento de tecnologias, especialmente as de caráter dual, por empresas, institutos tecnológicos e universidades. Dessa forma, promovem amplo processo de aquisição de competências estratégicas que traz importantes benefícios socioeconômicos, além de ganhos geopolíticos essenciais para nossa defesa e soberania.