



# O submarino que dá luz

## Programa terá R\$ 1 bilhão para o reator que também servirá à geração elétrica

O governo federal começa, aos poucos, a retomar o programa nuclear brasileiro interrompido no final da década de 1980. Além de aprovar, em junho, a conclusão das obras da usina nuclear de Angra 3, incluiu no Plano Plurianual do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para o período 2007-2010 medidas para o fortalecimento institucional da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) e recursos para a conclusão da primeira fase da Planta de Enriquecimento de Urânio da Indústria Nuclear Brasileira (INB), em Resende, no Rio de Janeiro. O ministro Sérgio Resende, da Ciência e Tecnologia, também implementará, nos próximos anos, uma política nacional para os rejeitos radioativos, com a criação da Empresa Brasileira de Gerência de Rejeitos e da construção de depósitos definitivos.

Em julho, essa disposição ficou ainda mais clara: o presidente Luiz Inácio Lula da Silva anunciou a liberação de R\$ 1 bilhão em oito anos para o programa nuclear da Marinha. A previsão é repassar anualmente um valor em torno R\$ 130 milhões ao orçamento do Ministério da Defesa para financiar as obras civis e equipamentos do reator do protótipo em terra do submarino nuclear brasileiro, além de bolsas de pesquisa, logística, manutenção, entre outros. O projeto está em desenvolvimento no Laboratório de Geração Nuclear Elétrica (Labgene) do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

O submarino nuclear é um projeto dual, na linguagem da Marinha. O domínio da tecnologia de construção do reator vai permitir que, no futuro, o Brasil adote procedimentos mais ágeis e seguros na proteção das águas territoriais e ao mesmo tempo habilitará o país na construção de pequenas centrais nucleares de energia elétrica. “Nos dois casos, os conceitos de geração elétrica são os mesmos”, explica o comandante André Luis Ferreira Marques, assessor de Salvaguardas e coordenador do projeto de enriquecimento de urânio do CTMSP. No submarino o reator nuclear embarcado gera energia para movimentar a turbina de propulsão (*ver ilustração na página 32*); fora da embarcação, produz o calor necessário para o funcionamento das turbinas de centrais nucleares de geração elétrica. Os requisitos de operação é que são diferentes. “Uma usina nuclear funciona como se fosse um grande caminhão: acelera e vai numa velocidade mais ou menos constante. Num submarino, não: acelera, faz curva, freia. O reator, nesse caso, tem que ser mais arisco”, explica.

O domínio da tecnologia viabilizaria a construção de pequenas usinas nucleares com capacidade de geração de até 1.000 megawatts (MW), previstas no Plano Nacional de Energia Elétrica 2030, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério do Planejamento. Es-

Reator nuclear de pesquisa do Ipen utilizado na produção de radioisótopos

sas usinas estariam aptas para atender à demanda de energia elétrica na Região Nordeste e poderiam vir a ser uma alternativa contra eventuais riscos de apagão.

O Labgene será o primeiro reator nuclear de alta potência totalmente construído no Brasil. Os reatores das usinas nucleares Angra 1 e 2 – com 600 MW e 1.300 MW, respectivamente – foram fabricados pela norte-americana Westinghouse; e o de Angra 3, com 1.300 MW, será fornecido pela francesa Areva, no âmbito de acordos internacionais. Existem ainda dois outros reatores menores em operação no país: o IRI, norte-americano, instalado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), com 5 MW de potência, que é utilizado apenas para a irradiação de materiais e produção de radioisótopos; e o Ipen MB-01, também de baixa potência, que funciona como um laboratório de teste para modelagem eletrônica.

O reator do Labgene será um protótipo com capacidade de geração de 48 MW térmicos, menos de 10% da capacidade de Angra 1. Essa potência, no en-

tanto, é suficiente para movimentar o submarino e para alimentar sistemas de iluminação, eletrônicos etc., utilizados pela embarcação. Ainda que menor, o reator utilizará o mesmo sistema de pressurização do tipo PWR (*pressurized water reactors*) das três usinas nucleares brasileiras, afirma o comandante Ferreira Marques.

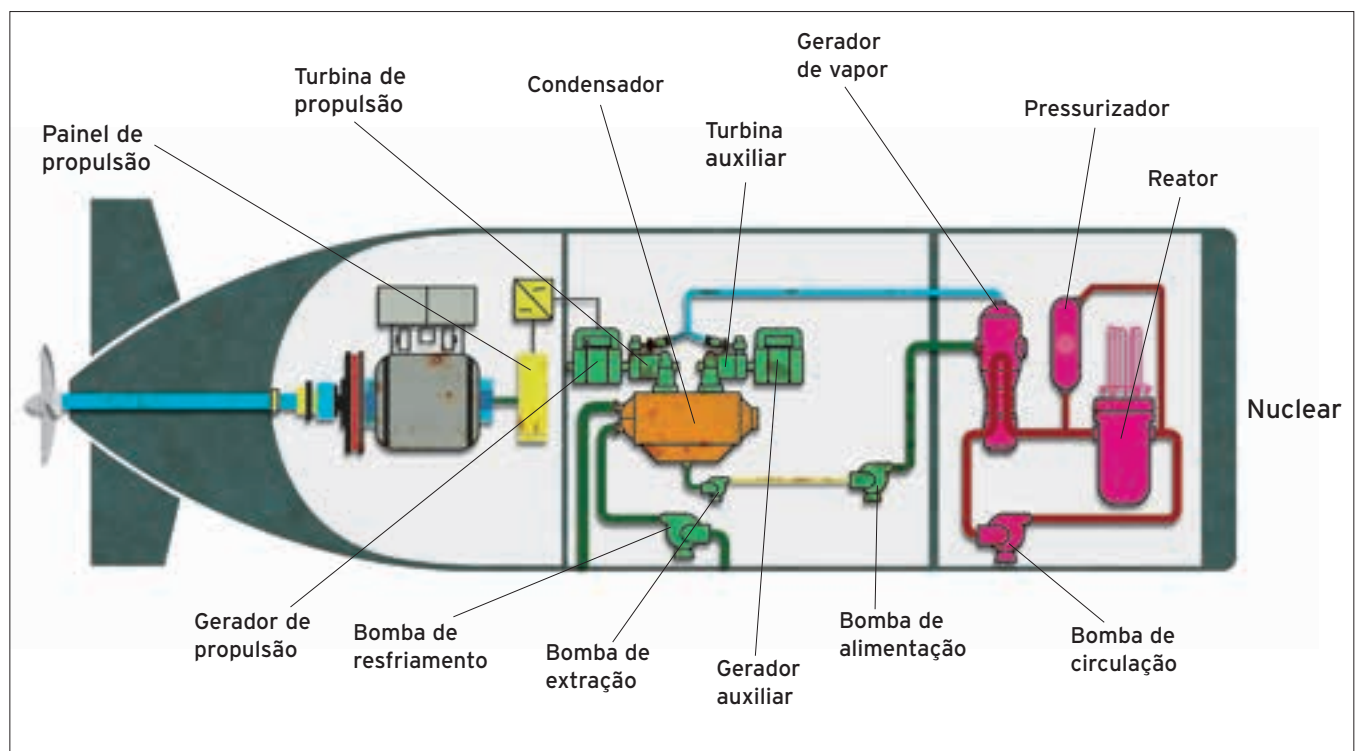
**Estoque de US\$ 130 milhões** - Desde o início do programa, há mais de 25 anos, a Marinha, em parceria com empresas privadas, tem investido na construção de componentes do projeto, como o vaso do reator, condensadores, pressurizadores, turbogeradores de propulsão, entre outros. Boa parte desses equipamentos já está comprada. “Temos US\$ 130 milhões em material estocado em Aramar”, descreve o comandante.

O vaso do reator foi confeccionado pela Nuclebras Equipamentos Pesados S.A. (Nuclep), uma empresa estatal de engenharia criada em 1975 para a fabricação de componentes pesados, em Itaguaí (RJ); a turbina é da Dedini S.A. Indústria de Base, em Piracicaba (SP), fabricante de equipamentos para o se-

tor sucroalcooleiro e usinas hidrelétricas; e o pressurizador e o condensador foram fabricados pelo grupo Garcia Jaraguá, de Sorocaba (SP), que desenvolve projetos para os setores de petróleo, petroquímica e química. A Siemens Brasil fez os geradores e a WEG, em Jaraguá do Sul, Santa Catarina, de acordo com Ferreira Marques, é forte candidata a fornecer os motores elétricos. O índice de nacionalização do projeto é superior a 90%. “Esse é um programa de grande efeito de arraste para toda a indústria brasileira”, sublinha o comandante.

O Labgene já começou a ser construído nas instalações da Marinha em Aramar, em Iperó, São Paulo, uma área de 8 milhões de metros quadrados protegida por 22 quilômetros de cerca. Será formado por um conjunto de prédios que abrigarão as turbinas, o pressurizador, o combustível, e contará com área para embalagem de rejeitos, entre outros. As obras de fundação dos prédios do reator e do combustível já estão prontas: serão à prova de abalos sísmicos e até de tornados tropicais. “Agora, com os recursos do governo, vamos ace-

## O projeto



lerar a construção e montar equipamentos”, diz Ferreira Marques.

Todas as configurações do reator serão testadas e homologadas no próprio Labgene, do projeto da máquina propriamente dita até questões relacionadas com a segurança das instalações, condições de operação, entre outras. No laboratório será possível, por exemplo, simular vários fatores cruciais, como o combustível e a blindagem nuclear. Só depois de aprovada e testada, a tecnologia poderá ser transferida à Indústria Nucleares Brasileira para o uso civil, ou seja, para a construção de uma central nuclear de energia elétrica. “Um programa dessa envergadura não poderia ser desenvolvido sem uma forte base experimental que testasse métodos de cálculo, ferramentas de projeto e de construção”, sublinha Ferreira Marques.

O reator deverá estar pronto entre quatro e seis anos, prevê ele. “Tudo depende da liturgia, já que o programa é feito de acordo com a Lei de Licitação nº 8.666, e da liberação de recursos.” Num cenário otimista – ou seja, se o programa receber os anunciados R\$ 130 milhões por ano – o reator deve estar pronto em 2014. Num cenário mais pessimista, com R\$ 100 milhões por ano, a conclusão do projeto será adiada para 2019.

O programa nuclear brasileiro – formado pelos projetos de propulsão e geração nuclear elétrica e do ciclo de combustível – tem 28 anos. Começou a ser arquitetado em 1979. Desde então já consumiu US\$ 1,1 bilhão de recursos do orçamento da Marinha. Os repasses, no entanto, foram irregulares. Em 1989 atingiram o pico de US\$ 90 milhões e, a partir daí, caíram sistematicamente até 2004, quando começaram a registrar ligeira recuperação. “O programa vai de vagar, mas os resultados em relação ao que se tem lá fora é bom, até em termos de custos”, observa Ferreira Marques. “Os Estados Unidos declaram ter gasto US\$ 3 bilhões em 20 anos no desenvolvimento de tecnologia de enriquecimento do urânio”, compara.

O projeto de propulsão e geração nuclear elétrica, o Labgene, já recebeu investimentos da ordem de US\$ 300 milhões. Outros US\$ 214 milhões foram aplicados no projeto do ciclo de combustível, criado também em 1979 com o objetivo desenvolver tecnologia nacional do ciclo do combustível nuclear.

No submarino,  
o reator nuclear  
gera energia para  
acionar o sistema  
de propulsão; na  
usina termelétrica  
produz calor que  
aciona as turbinas  
para a geração  
de energia elétrica

Essa segunda vertente do programa nuclear contabiliza resultados: a Marinha devolveu e repassou à INB tecnologia de enriquecimento do urânio por meio de ultracentrifugação. As máquinas foram desenvolvidas pelo CTMSP e o Ipen e os primeiros módulos já estão instalados na fábrica da INB, em Resende.

O ciclo do combustível é composto pelas seguintes fases: prospecção mineral, mineração e beneficiamento do *yellow cake*, conversão deste composto em hexafluoreto de urânio (UF<sub>6</sub>), enriquecimento de urânio, reconversão para o dióxido de urânio (UO<sub>2</sub>), fabricação de pastilhas e do elemento combustível.

Nesse processo, o Brasil conta com uma vantagem relativa importante: o país tem a sexta maior reserva mundial de urânio, algo em torno de 310 mil toneladas, o suficiente para gerar 8 mil MW gerados em Angra 1 e 2 nas próximas oito décadas. As reservas brasileiras, no entanto, podem ser muito maiores: apenas 30% do território nacional foi prospectado e a apenas 100 metros de profundidade, sendo que a última prospecção foi feita 30 anos atrás, utilizando técnicas soviéticas há muito superadas. “Hoje já temos tecnologia para isso”, diz Ferreira Marques. O ministro Sérgio Re-

sende já anunciou a intenção do governo de retomar a prospecção de urânio. Ferreira Marques aposta que ao final dessa nova avaliação o Brasil deve galgar mais duas posições no *ranking* das maiores reservas de urânio do mundo.

O urânio extraído da mina de Catité, na Bahia, é transformado no hexafluoreto de urânio no Canadá. Mas, segundo Ferreira Marques, o Brasil já está pronto para iniciar a construção da Usina de Hexafluoreto de Urânio (Uhexa), também nas instalações da Marinha em Aramar. As obras civis estão em andamento e boa parte dos equipamentos já está comprada. A conclusão da usina demandará algo em torno de R\$ 20 milhões. Quando pronta, a Uhexa processará 40 toneladas de urânio por ano, 10% das necessidades de Angra 1 e 2. A tecnologia será repassada à INB, uma empresa federal de economia mista, que poderá assim garantir seu suprimento de gás.

**Diversificação energética** - Os dois projetos são desenvolvidos em parceria com diversos institutos e universidades, como Ipen, Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), USP, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), entre outros, com apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

“Temos agora que concentrar o nosso foco na propulsão e geração de energia, já que o ciclo do combustível está dominado”, sublinha Ferreira Marques. A tecnologia do reator, ele diz, permitirá que o país diversifique a sua matriz energética. A energia nuclear é uma boa opção com vantagens ecológicas, ainda que a vocação do Brasil siga sendo, preponderantemente, a energia hidrelétrica. Mas em países como Japão, Coreia do Sul e China a única saída para ampliar a oferta de energia elétrica é a nuclear. “Para esses países, no mundo pós-petróleo, não há outra solução.”

O Japão e a Coreia do Sul, por exemplo, já dominam a tecnologia nuclear, mas não têm urânio. Compram a tecnologia dos americanos e dos canadenses. “O Brasil será um dos poucos países que têm tudo.” ■

CLAUDIA IZIQUE