



Marinha do Brasil

O Programa Nuclear da Marinha

Comando da Marinha

12 de setembro de 2007 – 11h



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

1. Introdução

☛(1. Os submarinos são poderosas armas dissuasórias, e suas características operacionais conferem importante dimensão ao Poder Naval, um dos pilares do nosso Sistema de Defesa. No contínuo esforço para dotar o Brasil desses importantes meios, a Marinha prontificou em 21JUL2006 o quarto submarino (S) convencional, construído no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), totalizando cinco navios desse tipo.

Paralelamente, desde 1979, a Marinha do Brasil desenvolve seu Programa Nuclear, cujo propósito é dominar a tecnologia necessária ao projeto e construção de um submarino com propulsão nuclear, arma com poder dissuasório ainda maior que o do submarino convencional, por sua capacidade de operar quase que indefinidamente sem depender da atmosfera.

Honrado com esta oportunidade de dirigir-me a Vossas Excelências, apresentarei-lhes uma síntese do Programa Nuclear da Marinha.

☛(2. Para tal, será seguido o seguinte roteiro:

- » O Programa Nuclear da Marinha (PNM)
 - Principais projetos e situação atual
 - O Ciclo do Combustível
 - Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE)
 - Situação atual e perspectivas
- » Recursos orçamentários e estrutura de financiamento do PNM
 - Dispendios em “dólares equivalentes”
 - Perspectivas de investimentos
 - Recursos humanos
- » O significado do PNM
- » Considerações finais

2. O Programa Nuclear da Marinha (PNM)

2.1. Principais projetos e situação atual

☛(3. Na atualidade, o principal objetivo do Programa, que está sendo desenvolvido pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), é estabelecer a competência técnica autóctone para projetar, construir, comissionar, operar e manter reatores do tipo Reator de Água Pressurizada - “Pressurized Water

Reactor” (PWR) e produzir o seu combustível. 🏠(4) Dominada essa tecnologia, ela poderá ser empregada na geração de energia elétrica, quer para iluminar uma cidade, 🏠(5) quer para propulsão naval de submarinos.

A conquista da tecnologia necessária à geração de energia núcleo-elétrica, para uso em propulsão naval, passa por complexos estágios de desenvolvimento, merecendo destaque: 🏠(6)

- ▶▶ o domínio completo do ciclo do combustível nuclear - já conquistado; e
- ▶▶ o desenvolvimento e construção de uma planta nuclear de geração de energia elétrica - o que ainda não está pronto.

🏠(7) O PNM é, pois, dividido em dois grandes projetos: o Projeto do Ciclo do Combustível e o Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE).

2.2. O Ciclo do Combustível

🏠(8) Ao final da década de 70, foram iniciados os estudos para desenvolver no Brasil a tecnologia da separação isotópica do urânio (enriquecimento), principal desafio tecnológico para a fabricação de combustível nuclear. Os resultados foram obtidos já em 1982, quando foi construída a primeira ultracentrífuga capaz de fazer a referida separação. Seis anos depois, foi inaugurada a primeira cascata de ultracentrífugas para a produção contínua de urânio enriquecido. Decorrente do domínio dessa tecnologia, a MB está fornecendo cascatas de enriquecimento de urânio para que a empresa Indústrias Nucleares do Brasil (INB) possa produzir, no País, o combustível para as usinas Angra I e II. 🏠(9) À exceção da conversão, cuja tecnologia está dominada e depende, para a produção em escala industrial, da prontificação da Usina de Hexafluoreto de Urânio (USEXA), que encontra-se em fase final de construção, as demais etapas do ciclo do combustível (reconversão, fabricação de pastilhas, fabricação de elementos combustíveis e a capacidade para desenvolver o próprio combustível) também já estão dominadas e em operação. A USEXA estava prevista para ser concluída em dezembro de 2001. Entretanto, em face dos cortes orçamentários no PNM e de dificuldades relativas à obtenção e importação de materiais, a programação atual é para o primeiro semestre de 2010. 🏠(10) O slide apresentado mostra cada etapa do ciclo do combustível, com o percentual de participação no custo total do projeto, ressaltando que o enriquecimento é a fase que mais agrega valor.

2.3. Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE)

🏠(11) Em paralelo ao Projeto do Ciclo do Combustível, mas com alguma defasagem no tempo, foram iniciados os estudos relativos ao Projeto do LABGENE, buscando o desenvolvimento e a construção de uma planta nuclear de geração de energia elétrica, totalmente projetada e construída no País, inclusive o reator. Vale destacar que o Projeto do LABGENE desenvolveu um reator que terá potência de cerca 11 Megawatts elétricos (MWe), o suficiente para iluminar uma cidade de aproximadamente 20.000 habitantes. Essa instalação servirá de base e de laboratório para qualquer outro projeto de reator nuclear no Brasil. Pela característica dual do projeto, o LABGENE é, também, um protótipo em terra do sistema de propulsão naval que, por sua vez, permitirá a obtenção da capacitação necessária para readequá-lo ao submarino nuclear S(N).

As obras de montagem dessa instalação estão em andamento, demandando cerca de oito anos para serem concluídas, prazo que pode ser reduzido, também, em função da disponibilidade de recursos.

2.4. Situação atual e perspectivas

🏠(12) Diante da grave escassez de recursos dos últimos anos, restou à Marinha manter o projeto em “estado vegetativo”, de modo a evitar a perda das conquistas tecnológicas alcançadas, principalmente no que tange à capacitação técnica do pessoal.

A Força entende que o Programa Nuclear, hoje em execução, não é unicamente da Marinha, mas sim do Brasil, motivo pelo qual deve receber aportes financeiros de outras fontes, além do orçamento da Marinha. Assim, a Alta Administração Naval buscou mostrar aos setores políticos e ao Governo a necessidade de um maior aporte de recursos ao Programa, considerando que é um projeto nacional e que há inúmeros benefícios derivados do arrasto tecnológico. Independente da possível construção de um submarino com propulsão nuclear, o PNM irá assegurar a tecnologia necessária ao aproveitamento da energia nuclear, de vital importância para o futuro do País.

3. Recursos orçamentários e estrutura de financiamento do PNM

🏠(13) Tendo como fonte de recursos exclusivamente a MB, o PNM teve início em 1979. Já no ano seguinte, 1980, o então Conselho de Segurança Nacional (CSN)

passou a participar ativamente do Programa, a ele alocando significativos recursos. Essa situação permaneceu inalterada até 1989, ano em que o CSN foi sucedido pelo Conselho de Defesa Nacional (CDN).

A partir de 1990, os recursos provenientes de fontes extra-MB foram declinando sensivelmente até 1998, tanto em valores absolutos como em valores relativos. Nesse mesmo período, o CDN foi sucedido pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE).

A partir de 1999, a SAE foi extinta e suas atividades na área nuclear foram absorvidas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), por meio do Programa Técnico-Científico Nuclear (PTCN). Dentro dessa nova organização, os recursos extra-MB declinaram ainda mais, representando um percentual reduzido do orçamento global do Programa em questão. Em 2005 e 2006, o MCT aportou recursos que, embora ainda pouco expressivos face às necessidades, servem de precioso alento em termos de perspectivas futuras de investimentos e participação ativa daquele Ministério no PNM.

3.1. Dispêndios em "dólares equivalentes"

Os valores apresentados no gráfico quantificam a participação das fontes de recursos durante o período 1979-2006. Por "dólares equivalentes" entende-se a relação entre os valores pagos e a taxa de câmbio no dia do efetivo pagamento.

Pode-se observar claramente no gráfico que, por volta dos anos de 1987 e 1988, os montantes alocados ao Programa Nuclear eram, praticamente, divididos entre o orçamento da Força e o que vinha "extra-Marinha". A partir daí, os recursos extra-MB passaram a declinar vigorosamente, ao passo que a barra azul, correspondente à participação da Marinha, elevou-se para garantir a continuidade do Programa. Essa elevação ocorreu à custa de cortes em importantes setores e atividades da Força, como a operação dos meios da Esquadra, a aquisição de sobressalentes, a manutenção dos navios e o adestramento.

Os dados mostram, de forma inequívoca, as significativas alterações na estrutura de financiamento do Programa Nuclear. No início, foi baseado em fonte de recursos extra-MB; evoluiu para uma participação paritária MB / extra-MB; e, hoje, encontra-se sustentado, quase que exclusivamente, por recursos orçamentários da Força.

A participação extra-MB chegou ao pico de 89% no início do Programa, tendeu a zero entre 1999 e 2004, limitando-se na atualidade a cerca de 10%. Em valores absolutos, essa participação chegou a US\$ 40 milhões, mas hoje se situa em US\$ 4

milhões, excetuando-se os recentes recursos recebidos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Já foram investidos, no PNM, cerca de US\$ 1,1 bilhão, dos quais cerca de US\$ 900 milhões foram do orçamento da MB e cerca de US \$ 200 milhões de recursos Extra-MB.

3.2. Perspectivas de Investimentos

A realidade orçamentária impossibilitou à Marinha aumentar o volume de recursos próprios para investir no PNM. Nos últimos anos, a Força tem feito um enorme sacrifício para manter o patamar de alocação de recursos, mesmo em detrimento de seus demais setores, que igualmente sentem a escassez de investimentos. O fato é que a Marinha atingiu o limite da sua capacidade de destinar recursos, o que não é suficiente.

■(14) Para manter o PNM em “estado vegetativo”, situação em que se encontra desde 2003, a Marinha vêm aportando recursos da ordem de R\$ 62 milhões, a custos de 2007, conforme a tabela apresentada. A captação de recursos extra-MB, como os obtidos da FINEP e da INB, tem ajudado a desonerar o orçamento da MB.

Vale lembrar que, quanto mais rápido puder ser concluído o PNM, menor será a problemática da obsolescência do material já adquirido e mantido sob condições especiais, que geram custos adicionais de manutenção. ■(15) Para o LABGENE, há atualmente US\$ 130 milhões em equipamentos prontos em estoque.

■(16) Para a conclusão do PNM, são necessários recursos da ordem de R\$ 1,04 bilhão, que englobam todos os empreendimentos do ciclo do combustível, do LABGENE e da infra-estrutura de apoio (incluindo-se mão-de-obra e custeio administrativo). Assim, há a demanda de aportes orçamentários adicionais de modo a propiciar um investimento médio anual de R\$ 130 milhões, ao longo de oito anos.

Em julho de 2007, o Presidente da República anunciou a intenção de assegurar esses aportes, criando perspectivas para o prosseguimento e conclusão do PNM. Para atender essa determinação presidencial, ficou definido pelo Ministro da Defesa, em recente reunião, que o PNM receberá o montante de R\$ 130 milhões, diretamente daquele Ministério, em 2008, independente do orçamento da MB.

Somente após a conclusão dos citados dois projetos que compõem o PNM e de ter-se logrado êxito na operação da planta nuclear, estarão criadas as condições para

que, havendo a decisão de Governo, possa ser dado prosseguimento à meta de construir um S(N) brasileiro.

3.3 Recursos humanos

🏠(17) Atualmente, estão trabalhando no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo cerca de 271 militares e 1025 funcionários civis. ▶▶ A falta de investimentos tem ocasionado reflexos no setor de pessoal, reduzindo a capacidade intelectual e dificultando o prosseguimento de algumas metas.

A evasão de profissionais qualificados vem ocorrendo, especialmente, pela procura por outras oportunidades de trabalho em órgãos públicos e privados e por motivo de aposentadoria. A perda desse pessoal nos últimos sete anos, incluindo os de nível superior e técnico, foi de 38 profissionais/ano, aproximadamente 3% do quantitativo, tendo como conseqüência a redução gradativa da capacitação tecnológica.

▶▶ A retomada dos aportes financeiros permitirá uma melhora nos prazos estipulados para a conclusão das principais metas do PNM e, conseqüentemente, servirá de estímulo aos profissionais envolvidos, podendo reduzir as evasões. Além disso, esses recursos gerarão novas contratações, reduzindo, também, a carência da demanda de profissionais na área nuclear no Brasil.

4. O significado do PNM

🏠(18) O Programa Nuclear da Marinha vem demonstrando, desde seu início, uma ▶▶ grande capacidade de mobilização e estímulo dos setores de Ciência e Tecnologia (C&T) e de produção. São inúmeras as parcerias estabelecidas com universidades, centros de pesquisa e desenvolvimento, indústrias e empresas projetistas de engenharia, entre outros.

▶▶ Com essas parcerias, o Programa evidencia sua capacidade de gerar efeitos de arrasto, tanto por meio do incentivo à ampliação da base tecnológica nacional, decorrente dos desafios que coloca aos setores de C&T e de produção, como por meio do desenvolvimento de equipamentos e componentes de uso não restrito aos objetivos do Programa, como por exemplo:

- 🏠(19) Sistema de Controle das Máquinas Principais e Auxiliares (SCMPA) das Fragatas Classe “Niterói”, decorrente da capacitação acumulada no

desenvolvimento de tecnologia para projetos de sistemas de controle e automação de alto desempenho, como são os sistemas que envolvem enriquecimento de urânio e a operação de reatores nucleares;

- 🏢(20) Giroscópio e acelerômetros, os quais são usados em plataformas inerciais para navegação e estabilidade de navios, submarinos e plataformas de petróleo. Este desenvolvimento decorre da capacitação obtida no desenvolvimento de ultracentrífugas. Tais sensores são vitais para que o submarino possa navegar submerso, sem ter de vir à superfície para se orientar ou receber informações do GPS, o qual pode ser bloqueado;
- 🏢(21) Blindagem física, a qual se baseia em compostos de Boro, material esse utilizado nas varetas de controle da fissão em reatores nucleares, que também apresenta boa resistência ao impacto;
- 🏢(22) Válvulas para operação com gás, desenvolvidas a partir da necessidade de se construir e operar sistemas de separação isotópica;
- 🏢(23) Válvulas TWT, aplicáveis em radares de navios, sendo decorrente dos desenvolvimentos de itens de tecnologia de vácuo e soldagens especiais, atividades comuns com o enriquecimento de urânio;
- 🏢(24) Fibra carbono, material estratégico, utilizado em ampla lista de sistemas de alto desempenho, como as cascatas de enriquecimento de urânio; e
- 🏢(25) Análise de risco, atividade técnica mandatória para o licenciamento de instalações nucleares e que possui aplicação atualmente nos projetos e licenciamento de plataformas de petróleo.

É digno de nota que muitos desses desenvolvimentos são feitos devido à necessidade de se construir e implantar sistemas dedicados para atender requisitos específicos do PNM, além de haver restrições de sua importação pelo Brasil por parte dos países que detêm tais tecnologias.

🏢(26) O fato é que o desenvolvimento de uma tecnologia desse porte não se faz sem o investimento considerável de recursos financeiros e humanos. Assim, ao longo dos quase vinte e nove anos de existência, o PNM custou cerca de um bilhão de dólares, sendo considerado pela imprensa especializada e meios acadêmico-científicos como um dos mais econômicos projetos nucleares já realizados no mundo. Cita-se,

como exemplo, o Projeto Manhattan (norte-americano), cuja grande dificuldade foi dominar a tecnologia de enriquecimento de urânio (já desenvolvida pelo PNM), e que consumiu, na primeira metade da década de 40, dois bilhões de dólares, que hoje equivaleriam a cerca de vinte e cinco bilhões de dólares.

❏(27) A tecnologia de enriquecimento de urânio é conhecida e aplicada, comercialmente, por apenas sete países, além do Brasil, a saber: EUA, França, Rússia, Grã-Bretanha, Alemanha, Japão e Holanda. Desses países, os dois primeiros utilizam a difusão gasosa, que é considerada obsoleta, pois consome vinte e cinco vezes mais energia do que a tecnologia de ultracentrifugação, empregada pelo Brasil e demais países. ❏(28) A título de informação, é possível verificar no sítio da USEC (empresa norte-americana que enriquece urânio para utilização nos diversos reatores que lá existem) que a intenção daquela firma é realizar o enriquecimento por ultracentrifugação, a partir de 2010, substituindo as plantas de difusão existentes.

❏(29) Cabe ser mencionado que existe uma diferença marcante entre a tecnologia de ultracentrifugação desenvolvida no Brasil e aquela utilizada pelos outros cinco países supracitados. O rotor da ultracentrífuga desenvolvida nesses países gira apoiado em um mancal mecânico, enquanto o rotor desenvolvido no Brasil gira levitando por efeito eletromagnético, o que reduz o atrito e, conseqüentemente, os desgastes e a manutenção. Não existem informações de que algum outro país tenha desenvolvido tecnologia semelhante a nossa.

❏(30) De acordo com a International Energy Agency (IEA) e a World Nuclear Association (WNA), cerca de 16% da matriz energética mundial é nuclear (no Brasil, apenas 2,2%), ❏(31) resultante da operação de 439 reatores, que geram 372,002 Megawatts elétricos (MWe). Atualmente, há 34 usinas em construção, que irão representar um acréscimo de 7,5% nessa matriz energética. Além disso, estão planejadas mais 81 usinas, com uma produção estimada de 89,175 MWe, e outras 223 usinas estão propostas (200,445 MWe).

❏(32) Nesse ponto, a fim de possibilitar o perfeito entendimento do que representa o PNM em termos de desenvolvimento tecnológico para o Brasil, apresenta-se uma longa série de atividades executadas em seu bojo: ▶▶

- formação/aperfeiçoamento de pessoal;
- compra de equipamentos e construção de diversos tipos de laboratórios, incluindo um reator nuclear de pesquisa;

- projeto, construção e testes dos equipamentos que compõem a planta de geração;
- projeto e construção de ultracentrífugas e cascatas de enriquecimento de urânio;
- projeto e construção de usinas de transformação de "yellow cake" em hexafluoreto, de reconversão e de fabricação de elemento combustível;
- incremento tecnológico de várias oficinas de fabricação de diferentes tipos de peças, incluindo válvulas de alto vácuo, inexistentes no Brasil;
- desenvolvimento de vários tipos de materiais, antes importados, como o aço "maraging" e a fibra de carbono; e
- uma infinidade de projetos que, desenvolvidos em parcerias com universidades, institutos de pesquisa e a indústria nacional, trouxeram ao País elevado ganho em tecnologia e qualidade.

5. Considerações finais




📌(33) A energia nuclear é uma fonte de energia firme e limpa, não emite gás poluente para a atmosfera, utiliza em sua construção um número reduzido de materiais (por kWh) se comparada com a energia solar e eólica, produz pequena quantidade de rejeitos, e não contribui para o efeito estufa, pois não emite dióxido de carbono (CO₂), ao contrário do carvão, petróleo e gás; além de não necessitar dos grandes reservatórios (com seus decorrentes problemas ambientais) das hidroelétricas. Única alternativa viável, para a maior parte dos países, para suprir a crescente demanda por energia ante a futura escassez dos combustíveis fósseis, não é sem razão que a maior concentração de usinas nucleares encontra-se nas principais regiões consumidoras de energia do mundo. O slide sendo apresentado mostra o consumo de energia elétrica em várias partes do mundo. 📌(34) Coincidentemente, a concentração de usinas nucleares é a prova contundente do que acabo de falar.

Como resultado de grande esforço nacional, temos capacidade de fabricar o próprio combustível nuclear, sem nenhuma dependência externa, e o conhecimento para projetar e construir plantas nucleares de potência, que custam no mercado internacional acima de três bilhões de dólares cada.

📌(35) Cabe destacar o avanço que representará a prontificação da Unidade Piloto para Produção de Hexafluoreto de Urânio - USEXA - onde é feita a conversão do

yellow cake em hexafluoreto de urânio (UF₆), para que depois possa ser enriquecido e reconvertido em óxido de urânio, visando a fabricação de pastilhas e elementos combustíveis dos reatores de potência do tipo água pressurizada (PWR). Atualmente, essa conversão é feita na CAMECO, no Canadá (cerca de 350 t/ano), e, posteriormente, o enriquecimento é realizado no consórcio europeu URENCO, a um elevado custo em dólares (cerca de US\$ 40 milhões/ano no total). Como dito anteriormente, a conclusão da USEXA dependerá da disponibilidade de recursos financeiros, o que podemos considerar como resolvido, e da solução de eventuais entraves inerentes à obtenção e à importação de materiais.

Uma vez mais enfatizo a dualidade do PNM, pois o reator a ser construído pode tanto ser utilizado para gerar energia para uma cidade, quanto para a propulsão de um meio naval.

Por fim, a Marinha tem afirmado que faltam cerca de um bilhão de reais para a conclusão dos dois projetos que estão em andamento. A manutenção do fluxo dos recursos, anunciados pelo Presidente da República em julho de 2007 e garantidos pelo Ministro da Defesa para 2008, permitirá que o PNM esteja concluído até 2014. Uma vez finalizadas, com êxito, as etapas que envolvem os 2 projetos do PNM, teremos condições para que, em havendo uma decisão de Governo, projetar e construir um submarino de propulsão nuclear. Seguem-se duas vistas:  (36) CTMSP-Sede; e  (37) ARAMAR.  (38)