

# O Programa Nuclear Brasileiro

## Implicações para o Exército

*José Luis Oliveira de Magalhães Junior\**

### Introdução

O estudo do átomo começou na anti-guidade e teve espantoso desenvolvimento a partir do século XIX, culminando no sucesso do projeto Manhattan nos Estados Unidos em 1945. Nesse sentido, com a finalidade de acompanhar esse desenvolvimento, desde a década de 50, o Programa Nuclear Brasileiro (PNB), desponta como importante vetor de desenvolvimento da tecnologia atômica nacional, abrangendo desde o enriquecimento do urânio até a geração de energia elétrica. Nesse viés, a energia nuclear tem sido, para usos pacíficos ou militares, um elemento crucial na história recente nacional. Dessa forma, a energia do átomo criou importantes expectativas em relação às grandes potencialidades para o seu uso industrial no país (PATTI, 2014).

O presente artigo visa a identificar algumas das implicações fundamentais ao Exército Brasileiro decorrentes do Programa Nuclear Brasileiro, à luz dos diversos projetos e programas nacionais. A busca pelo conhecimento da tecnologia nuclear tem produzido diversas transformações nas sociedades ao redor do planeta. E, de manei-

ra semelhante, seus avanços produzem efeitos também no Exército, podendo ser vetor para o aumento de capacidades no âmbito da Força Terrestre. É o que se pretende expor.

### A energia nuclear através da história

Após a descoberta da fissão nuclear<sup>1</sup> por Otto Hahn e Fritz Strabmann, iniciou-se uma espécie de corrida científica. Pesquisadores do mundo todo publicavam artigos sobre a fissão nuclear, parecia uma questão de tempo até alguém desenvolver uma maneira de controlar uma reação em cadeia.

Consciente disso, o governo da Alemanha Nazista iniciou em 1939 o Programa Urânio, que visava desenvolver uma bomba atômica para fins bélicos. Acompanhando o progresso alemão, Albert Einstein, que vivia nos Estados Unidos, foi incentivado pelo físico Leo Szilard a escrever uma carta ao então presidente norte-americano Franklin Delano Roosevelt. Nesta carta, Einstein alertava o presidente sobre o perigo de os alemães desenvolverem algum artefato nuclear e o aconselhava a iniciar o projeto da bomba atômica americana o quanto antes, como segue:

---

\* Maj QEM (AMAN/00, IME/06, EsAO/07, ECEME/18). Graduado em Engenharia de Construção pelo IME.

Perante a situação, o senhor pode pensar que é desejável ter mais contato permanente entre a Administração e o grupo de físicos que trabalham em reações em cadeia nos Estados Unidos. Uma forma possível de alcançar este objetivo pode ser o senhor confiar esta tarefa a alguém de sua confiança que poderia, quem sabe, atuar em condição extraoficial. Sua tarefa pode compreender:

- a) abordar os Departamentos Governamentais, mantê-los informados sobre o desenvolvimento e apresentar recomendações para a ação do Governo, dando especial atenção ao problema de garantir fornecimento de minério de urânio para os Estados Unidos;
- b) acelerar o trabalho experimental, que está atualmente sendo feito dentro dos limites dos orçamentos dos laboratórios das universidades, fornecendo fundos, caso sejam necessários, pelo contato com pessoas privadas dispostas a contribuir para esta causa, talvez, inclusive, buscando a cooperação de laboratórios industriais que têm o equipamento necessário. (EINSTEIN, 1939)

Nesse sentido, um esforço conjunto entre cientistas e empresários com financiamentos massivos do governo norte-americano levou este projeto a um patamar sem precedentes na história da humanidade, seja em estrutura, desenvolvimento ou pesquisa. Meios em todas as áreas da engenharia foram postos à disposição da equipe de cientistas, engenheiros e técnicos para o seu desenvolvimento. Além disso, o projeto contava com o apoio da Grã-Bretanha e Canadá, que, num esforço concentrado, estabeleceram metas bem definidas ao projeto, em face da crescente ameaça dos países do eixo e principalmente do Japão.

Assim, com a justificativa da ameaça japonesa e do avanço do programa nuclear alemão, os Estados Unidos da América dão total

prioridade, em 1941, ao Projeto Manhattan. Para a sua execução, foi construído em Los Alamos, Estado do Novo México, um grande complexo que contava com centenas de físicos, dos quais, vinte possuíam prêmios Nobel, além de outros milhares de trabalhadores, técnicos e engenheiros. O projeto contou com cerca de 130 mil pessoas em todo o país e conduziu os EUA ao total domínio da reação atômica em cadeia.

### **Projetos e programas nacionais**

A importância estratégica da tecnologia nuclear foi observada inicialmente pelos militares, como o almirante Álvaro Alberto da Mota Silva, que, após o sucesso do projeto Manhattan, passaram a buscar o domínio da tecnologia nuclear como forma de projeção de poder; assim, observa-se que o programa nuclear brasileiro (PNB) possui larga existência. Desde a década de 1940, o Brasil já pensa em termos de desenvolvimento da tecnologia nuclear em território nacional, contudo, a carência de financiamentos e a pouca objetividade governamental atrasaram consideravelmente nosso avanço na área nuclear. Somente a partir da década de 1970, o programa nuclear tomou novo impulso, com destaque para o acordo com a Alemanha na construção de usinas nucleares. Na atualidade, esses sustentáculos do programa nuclear estão na conclusão de Angra 3, com destaque para o desenvolvimento do reator “multipropósito” brasileiro, o desenvolvimento do submarino a propulsão nuclear, o projeto nacional de dessalinização nuclear e o projeto do acelerador de feixe de elétrons.

O domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio aliado ao grande

desenvolvimento adquirido da parceria entre Brasil e Alemanha na construção de Angra 1 e 2 foram fundamentais para o desenvolvimento nuclear nacional. Destaca-se o enriquecimento do urânio, em que o país aplicou o conceito da tríplice hélice, unindo academia, indústria e governo no desenvolvimento de ultracentrífugas, permitindo ao Brasil alcançar uma posição de protagonista na área nuclear. Nessa linha, as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) têm a previsão de iniciar a segunda fase do enriquecimento de urânio já em 2019. Nesse projeto, as necessidades de urânio enriquecido da usina nuclear Angra 1 serão integralmente atendidas numa primeira fase. Já numa segunda fase, com previsão de oito anos, a Indústrias Nucleares do Brasil irá atender toda a demanda de Angra 2 e 3 além da produção de excedentes para exportação. Dessa maneira, o enriquecimento de urânio nacional representa importante fator de independência em toda a cadeia de tecnologia nuclear.

Por outro lado, apesar do significativo desenvolvimento dos programas nucleares nacionais, cabe destacar os efeitos negativos do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), dispositivo que foi arquitetado em 1968, pelos Estados Unidos (EUA), União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e Reino Unido, com a finalidade de evitar a proliferação de armas nucleares. Atualmente, conta com 189 signatários, tendo o Brasil o assinado somente em 1998. O documento é controverso sob o aspecto moral, contudo, não tem criado óbices, até o momento, ao desenvolvimento nacional, embora seja extremamente danoso no aspecto dissuasório, na medida em que o

Brasil fica impedido de desenvolver o artefato nuclear. Embora o Brasil seja signatário do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), é de fundamental importância o domínio de todo o ciclo da geração nuclear, da extração do urânio até a geração de energia com reatores dotados de tecnologias totalmente nacionais.

Além disso, é cômico do dever de desenvolver aceleradamente o país, que o governo deve pôr-se à frente dos acontecimentos, com espírito de previsão e de planejamento. É a busca do encontro com o destino e grandeza. Por esse motivo, convém não se afastar do problema que a crise energética se constitui, ao que pese, os riscos ao crescimento nacional que a negligência ao pleno domínio da tecnologia nuclear pode acarretar (MEIRA MATTOS, 1975).

Ademais, o desenvolvimento e domínio da tecnologia nuclear é vital e dissuasório para a nação. Atualmente, apenas China, Estados Unidos, França, Japão, Rússia, Alemanha, Inglaterra, Holanda, Brasil, Índia, Paquistão e Irã dominam o enriquecimento do urânio. Nesse sentido, é mister que o Brasil se mantenha na vanguarda do desenvolvimento tecnológico nuclear. Nesse viés, é notório que, a cada dia, novas técnicas nucleares sejam desenvolvidas nos diversos campos da atividade humana, possibilitando a execução de tarefas impossíveis de serem realizadas pelos meios convencionais (CARDOSO, 2008). Diante disso, cabe destacar a importância do programa nuclear brasileiro, em face da grande complexidade da Energia Nuclear e das possibilidades que o domínio dessa tecnologia pode gerar em benefícios para a nação.

As Forças Armadas brasileiras, coerentemente com o fato de o Brasil ser signatário

do TNP, adotam uma postura preventiva e defensiva no que tange às questões nucleares. A Marinha do Brasil desenvolve o projeto do submarino com propulsão nuclear. O Exército possui o Sistema de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear do Exército Brasileiro (SisDQBRNEx), que dispõe do Instituto de Defesa Química, Biológica e Nuclear, que realiza pesquisas, e de duas organizações militares (OM) — 1º Batalhão DQBRN e Companhia DQBNR) — voltadas para a prevenção e defesa em caso de acidente, ataque ou atentado químico, biológico, nuclear e/ou radiológico.

Recentemente, essas OM, por ocasião dos Grandes Eventos realizaram reconhecimentos QBRN, combinados com inspeções antibombas conduzidas por outros órgãos em instalações como hotéis, aeroportos, estádios, locais de cerimônia, salas VIP e em comboio de autoridades. As tropas de DQBRN mantiveram, durante todos os principais eventos, equipes de pronta resposta, com capacidade de reagir a um incidente envolvendo agentes QBRN, habilitadas ao rápido reconhecimento e à identificação de agentes, à demarcação e predição de áreas contaminadas, à coleta de amostras e às medidas de descontaminação de emergência e de redução de danos. Para as ações de descontaminação, foi mantido um posto de descontaminação embarcado em viaturas e pronto para ser montado.

Conclui-se que o SisDQBRNEx vem cumprindo o seu papel de apoio, para evitar ou minimizar as possibilidades de ocorrência de sinistros que envolvam agentes QBRN, e constata-se a necessidade de o Exército, particularmente nas questões nucleares, possuir todo o conhecimento das

tecnologias disponíveis.

Por outro lado, no contexto internacional, as nações detentoras do poder dissuasório nuclear têm sido, ao longo das últimas décadas, mais respeitadas e menos propensas a sofrer pressões dos países mais ricos e poderosos.

Em 2018, o mundo constatou a pressão exercida por um país asiático (Coreia do Norte) com um regime político despótico, irrelevantes índices econômicos e de baixo desenvolvimento humano, que, possuindo o artefato nuclear, obteve atenção desproporcional da maior superpotência mundial visando atender seus interesses.

Possuir a capacitação dissuasória nuclear não induz uma nação democrática a ser agressiva em sua política de relações internacionais, tampouco utilizar disso para realizar “chantagens” e ameaças. Um país democrático, possuindo o artefato nuclear, com os controles necessários do poder civil, será mais considerado como um *player* global e poderá aspirar a maior representatividade nos fóruns internacionais, inclusive ao Conselho de Segurança das Nações Unidas. E, evidentemente, terá poder para respaldar sua soberania.

Ademais, a adesão ao TNP no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso ocorreu sem que o Brasil obtivesse qualquer contrapartida. Pelas razões apontadas, possuir a bomba atômica torna-se um fator a ser repensado.

## **Desmitificação da energia nuclear**

Devido à sua associação com a destruição causada em Hiroshima e Nagasaki, ainda existe muita desconfiança na utilização

da energia nuclear, mesmo que para fins pacíficos. Como primeiro ponto, é notório iluminar que, desde a utilização das bombas americanas, jamais houve o uso de artefatos nucleares contra seres humanos.

Outro aspecto importante é a apreensão em relação às pesquisas ditas pacíficas que se revertem em programas secretos de desenvolvimento de bombas atômicas. Casos concretos nesse sentido são quase inexistentes em face da forte fiscalização dos órgãos internacionais, o que, por si só, não deve ser inibidor de pesquisas na área atômica ao redor do mundo.

A busca por outras fontes aumenta a possibilidade da autossuficiência energética bem como permite um diferencial competitivo em âmbito mundial. À vista disso, a busca pela utilização da fonte nuclear faz-se necessária pela importância da independência e segurança energética, além dos benefícios relacionados ao grande potencial econômico que o desenvolvimento nuclear proporciona.

Tão mais significativa é a diferença de volume entre o lixo atômico e o lixo do carvão. O primeiro caberia em uma latinha de refrigerante, se a referência fosse todo o consumo de eletricidade do tempo de vida de um indivíduo que só usasse energia nuclear. Comparativamente, o carvão atingiria 69 toneladas de lixo sólido, mais 77 toneladas de emissões de dióxido de carbono. Sem contar as cinzas e os gases, grandes fontes de radioatividade, cheias de metais pesados, como chumbo, arsênico e mercúrio, o mais tóxico. Estima-se que, a cada ano, a poluição do carvão cause 30 mil mortes nos Estados Unidos e 350 mil na China. (VEIGA, 2011)

Em outras palavras, a fonte nuclear reverte-se em uma das menos agressivas e

mais alinhadas com os atuais valores de proteção ambiental.

Outro fator muito contestado são os acidentes nucleares, em especial os de Three Mile Island, na Inglaterra, em 1957 e o de Chernobyl, na ex-URSS. Sobre este último, considerado o maior acidente nuclear da história, os documentos gerados para avaliar seus impactos — uma história natural da região e um relatório de 2006 — chegam à conclusão de que não houve risco à degradação da biodiversidade local e ainda cita várias vezes que o medo da radiação é uma ameaça muito mais séria ao homem do que a radiação em si. Além disso, no aspecto econômico, a energia nuclear é extremamente viável; prova disso é que atualmente 34 países estão construindo plantas nucleares em seu território, isso sem contar a constante busca das nações em aprender cada vez mais sobre essa fonte, procurando aumento da eficiência e utilização mais assertiva da matéria-prima nuclear.

No caso do Brasil, segundo Veiga (2011), as reservas de urânio comprovadas correspondem a cerca de seis bilhões de barris de petróleo ou, se considerarmos as não comprovadas, esse número chegaria a cerca de 25 bilhões de barris de petróleo. Comparativamente às reservas do pré-sal, que podem chegar a 50 bilhões de barris de petróleo, verifica-se que as reservas brasileiras de urânio são importantes e representativas, motivo pelo qual, o Brasil precisa explorar todo esse potencial e todo o mercado agregado que esta utilização pode gerar.

Verifica-se então que o programa nuclear, inicialmente centrado na expressão militar, pode influenciar a expressão

econômica e psicossocial de forma sustentável gerando riquezas para a nação. Assim, alternativas para o desenvolvimento de todo um sistema de tecnologias na área nuclear poderiam trazer grandes benefícios para o desenvolvimento nacional, além de favorecer o poder dissuasório do país pela sua associação da capacitação tecnológica ao poder bélico.

### **Implicações do Programa Nuclear Brasileiro para o Exército Brasileiro**

Na atualidade, a busca por novas tecnologias que tragam vantagens em combate tem sido determinante para o direcionamento em pesquisas de defesa. Assim, uma importante implicação do PNB para o Exército Brasileiro seria a centralidade do Programa Nuclear da Marinha (PNM), visto que o comando de todas as partes do projeto, por um único gerente, é fundamental para o sucesso de qualquer empreendimento. Dessa forma, uma importante oportunidade de melhoria que causaria impacto, não só ao Exército, mas em todas as Forças, seria a criação de um escritório de projetos conjunto, onde todos os projetos das Forças Armadas estariam subordinados a um comando único, evitando duplicações, gastos desnecessários e conferindo facilidade na troca de conhecimentos entre todos os técnicos.

O Programa Nuclear Brasileiro já possui duas usinas term nucleares em funcionamento, Angra 1, Angra 2, e em breve terá Angra 3. Localizadas no município de Angra dos Reis, essas três usinas abrangem todo o potencial nuclear brasileiro, sendo importantes instalações estratégicas. Em consequência, o aumento da demanda de energia necessitará de uma pronta resposta por proteção de infraestruturas

críticas, uma vez que, em curto espaço de tempo, teremos mais usinas espalhadas por todo o país. As instalações nucleares são as mais visadas, devendo ser protegidas e resguardadas. Em função disso, a inserção de uma unidade de defesa química, biológica, radiológica e nuclear (DQBNR) na região onde se localizam as usinas de Angra 1, 2 e 3, seria importante vetor de geração de capacidades para a Força Terrestre além de poder integrar os órgãos afetos à defesa nuclear e radiológica com o Exército Brasileiro de forma mais efetiva. Avulta-se que a presença de uma organização militar DQBRN próxima ao local das usinas aumentaria de forma exponencial a capacidade de resposta a acidentes nucleares e radiológicos, favorecendo a segurança nacional e o adestramento da Força Terrestre.

Uma outra implicação seria a inserção do Exército em pesquisas nucleares de vulto, como por exemplo o desenvolvimento de centrais móveis de geração de energia elétrica baseadas em reatores a tório ou urânio. O foco seria produzir motores elétricos em substituição a motores a *diesel* bem como no desenvolvimento de baterias de alta capacidade ou mesmo em adaptação ou confecção de motores de hidrogênio. Nesse caso, os motores elétricos diminuiriam a dependência de combustíveis fósseis, reduzindo a dependência de derivados de petróleo em combate. Essa possibilidade poderia diminuir a complexidade logística das operações, afinal levaria a fonte energética diretamente ao teatro de operações (TO) reduzindo a “cauda” logística e diversificando as matrizes energéticas em campanha. Por esse motivo, não deve o Exército se ausentar das infinitas perspectivas da energia nuclear.

Outra alternativa seria a produção de hidrogênio em larga escala. Através do uso de processos de eletrólise em centrais de tório, a produção de hidrogênio poderia substituir os combustíveis fósseis, diversificando a matriz energética em combate.

A independência tecnológica deve ser prioridade para a Força Terrestre bem como a busca por soluções que aumentem as capacidades da Força Terrestre; não devendo ser a pesquisa dual um objetivo a ser alcançado; afinal, esta naturalmente encontrará aplicação civil se for o caso. Atualmente, o Exército Brasileiro possui reduzida autonomia em tecnologias de combate e praticamente não teria chances em um conflito com nações mais desenvolvidas; evidencia-se, assim, a vulnerabilidade nacional e a necessidade de desenvolvimento tecnológico.

Por esse motivo, o Exército, não deve sobrestar o domínio da fonte nuclear, que é a mais poderosa fonte de energia conhecida pelo homem atualmente. Ademais, a força terrestre necessita sair da esfera de pesquisa em segundo escalão e adentrar em pesquisas ousadas e projetos inéditos. A quase totalidade dos projetos de inovação da Força Terrestre é apenas reprodução do que já existe no mercado externo e nos é negado. Em verdade, quase nada de novo e de impacto é produzido pela Base Industrial de Defesa (BID), como fora por exemplo o projeto do submarino nuclear norte-americano em 1954.

## **Conclusão**

O domínio da tecnologia nuclear é estratégico e sensível em nível global. A pressão estrangeira, em particular de países que

já controlam a tecnologia atômica, para que outras nações não conquistem esse progresso é muito forte. Essa tem sido a tônica do Programa Nuclear Brasileiro, que, desde o seu início, encontrou forte oposição, principalmente, dos Estados Unidos da América, que sempre se opôs em compartilhar esforços com o Brasil no uso dessa tecnologia.

A fraca indústria brasileira, para um programa que exige um sofisticado desenvolvimento tecnológico, foi outro grande entrave ao avanço nuclear nacional. Isso tudo, aliado ao fato de o Brasil ainda possuir graves problemas sociais e econômicos a serem resolvidos, tornou ainda mais difícil a obtenção do sucesso do PNB.

Nesse contexto, uma das implicações do Programa Nuclear Brasileiro para o Exército foi a centralidade exercida pelos órgãos da Marinha Brasileira na gestão do PNM. A centralização de todos os órgãos afetos ao Programa Nuclear da Marinha, sem dúvida, exerce grande influência sobre a Força Terrestre na medida em que um comando único otimiza esforços e tem a possibilidade de reduzir custos e evitar a duplicação de pesquisas. Além disso, a revisão da participação do Brasil no TNP deve ser um ponto de discussão, afinal, a abstenção em ter armas nucleares enfraquece o Brasil em negociações no concerto das nações, compromete o seu poder dissuasório e pode afetar sua soberania.

Outra implicação para o PNB ao Exército seria a necessidade de inserção da Força Terrestre nas pesquisas relacionadas ao PNM. Na atualidade, a busca por novas tecnologias que gerem novas capacidade ou mesmo que incrementem capacidades já existentes é vital. Sendo os potenciais da

energia nuclear até imensuráveis, não deve a Força Terrestre desistir de realizar pesquisas e procurar soluções aos seus problemas através do comando da tecnologia nuclear, motivo pelo qual deveria acompanhar e adquirir conhecimentos decorrentes das pesquisas do PNM, buscando sempre o incremento de capacidades. Como exemplo, o desenvolvimento de reatores à base de tório, mais seguros e confiáveis, pode ser importante solução para reduzir o risco do fornecimento energético através de combustíveis fósseis, podendo este reator produzir energia elétrica para motores elétricos ou mesmo hidrogênio para motores à base deste elemento.

Outra implicação importante do PNB para o Exército Brasileiro seria a implementação de uma organização militar DQBRN alinhada com o atual desenvolvimento nuclear nacional. Em que pese a possibilidade de, em um futuro próximo, o país vir a possuir diversas novas usinas nucleares nacionais, a Força Terrestre deve estar em condições de responder a quaisquer riscos de acidentes nucleares ou radiológicos que possam ocorrer no país.

Nessa linha, outras implicações do PNB para o Exército Brasileiro seriam a implementação de novas tecnologias baseadas no desenvolvimento nuclear. A pesquisa de

motores elétricos ou a hidrogênio poderia ser estendida a relevante parte da frota da Força Terrestre, que assim reduziria a dependência de uma única fonte energética dominante, no caso, as relacionadas aos combustíveis fósseis. Destarte, seria capaz de alterar inclusive a doutrina logística e de emprego do Exército, potencializando ou até mesmo, introduzindo novas capacidades ao Exército Brasileiro.

A busca pela vanguarda tecnológica deve ser o foco principal da Força Terrestre. A história nos tem apresentado com diversos exemplos de que civilizações mais avançadas tecnologicamente, de forma sistemática, sobrepujam aquelas menos adiantadas. Dessa forma, o Exército não se deve abster de controlar a fonte nuclear, cujo poder mostrou-se incontestável, desde a bomba de Hiroshima até os mais modernos submarinos e artefatos diversos da atualidade. Por esse motivo, não há razão para nos negarmos o direito em obter capacidades advindas da energia nuclear, força mais poderosa conhecida, ofertada pela natureza em benefício do homem.

Por fim, a procura pelo aprofundamento do domínio da tecnologia nuclear, não só revelando o que já foi descoberto, mas prospectando inovações e gerando novas capacidades, deve ser um ininterrupto e obstinado objetivo nacional. 🌐

## Referências

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Aplicações da Energia Nuclear**. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

MATTOS, Carlos de Meira. **Geopolítica, Volume I, Brasil: Geopolítica e Destino**. Editora Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

PATTI, Carlos. **O Programa Nuclear Brasileiro: uma história oral**. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

VEIGA, José Eli da. **Energia Nuclear: do anátema ao diálogo**. Editora Senac. São Paulo, SP, 2011.

EINSTEIN, Albert. [Carta] 02 ago.1939, Peconic, Long Island [para] ROOSEVELT, Franklin Delano. Washington, DC.

N. da R.: A adequação do texto e das referências às prescrições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é de exclusiva responsabilidade dos articulistas.

---

<sup>1</sup> Na fissão nuclear, o bombardeamento de nêutrons a um núcleo do átomo de urânio-236 gera um átomo de urânio-235, um átomo de Bário, um átomo de Kriptônio, além de outros três nêutrons.