

OS SUBMARINOS NUCLEARES E O ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO

José Augusto Abreu de Moura*

RESUMO

O urânio altamente enriquecido (High-Enrichment Uranium – HEU), por conter mais energia que o de baixo enriquecimento (Low-Enrichment Uranium – LEU), seria o preferencial para a propulsão naval por proporcionar maiores intervalos entre as recargas dos reatores, mas, por se prestar à construção de armas nucleares, é fortemente controlado nos esforços de não-proliferação. Assim, os países utilizam HEU ou LEU nas unidades navais segundo suas conveniências econômicas ou estratégicas, sendo o último a opção brasileira. A dissuasão nuclear, própria ou estendida é a forma preferida dos países desenvolvidos para evitar ataques nucleares, mas os países em desenvolvimento acham que não os sofrerão devido ao alto custo político de tal agressão - o “tabu nuclear”, e o reforçam nos *fora* internacionais. O Tratado de Não-proliferação Nuclear (TNP) consiste no principal instrumento para tal prevenção, mas se baseia na desigualdade de direitos entre os Estados, submetendo os “não-nucle-armente” armados às salvaguardas da AIEA, mas não sendo cumprido pelos “nuclearmente armados”, que mantêm grande estoque de artefatos e os otimizam, inclusive para dissuadir países em desenvolvimento, provocando um congelamento de poder. Nesse contexto de extratificação, o Brasil aderiu ao TNP, mas a Índia, além de não fazê-lo, detonou petardos e se declarou unilateralmente Estado “nuclearmente armado”, o que lhe trouxe de início alguma reprovação internacional, mas posteriormente, benefícios políticos e estratégicos. Outro instrumento de não-proliferação é o estabelecimento recente de centros de enriquecimento nos principais países, que prestarão esse serviço para os demais, sem transferir tecnologias. Isso reforça o congelamento de poder, mas pode beneficiar o Brasil, que tem condições de autossuficiência no setor e poderá entrar nesse mercado. A estratificação dos Estados pode, no caso de uma ampliação do Conselho de Segurança da ONU, estender-se a ele, colocando os membros não-nuclearmente armados em posição subalterna.

Palavras-chave: Urânio, Enriquecimento, não-proliferação, submarinos nucleares, armas nucleares.

ABSTRACT

The High-Enrichment Uranium (HEU), containing more energy than the Low-Enrichment Uranium (LEU), should be the preferential for naval propulsion, as it provides longer intervals between reactors refuelings, but, as it is useful for nuclear weapons construction, it is strongly controlled in the non-proliferation efforts. So, countries uses HEU ou LEU in naval units according their economic or strategic conveniences, and the last one is the Brazilian option. The nuclear deterrence, own or extended, is the preferred way of developed countries for avoiding nuclear attacks; but developing countries expect not to suffer such attacks due the high political cost of such an aggression - the “nuclear taboo”, and reinforces it in the international fora. The the Non-proliferation Treaty (NPT), consists in the main instrument for such prevention, but it is based on the dissimilarity among the states’ rights, submitting the “non-nuclear weapons states” to the AIEA safeguards, but not being accomplished by the “nuclear weapons states”, which keep a large stock of artifacts, and optimize them, inclusively to deter developing countries, promoting a power freezing. In this contexto of stratification, Brazil joined to the Treaty, but India, besides not to do it, detonated petards and declared itself unilaterally a “nuclear weapons state”, having some international reproach initially, but further, political and strategic benefits. Another non-proliferation instrument is the recent settlement of enrichment centers in the main countries, which will render these services for other states without technology transfer. It reinforces the power freezing, but may be beneficial to Brazil, who has conditions for self-sufficiency in the sector and will can enter in this market. States’ stratification may, in the case of an enlargement of the United Nations Security Council, extend to it, putting the “non-nuclear weapons states” in a subordinate position.

Keywords: Uranium, Enrichment, non-proliferation, nuclear submarines, nuclear weapons

INTRODUÇÃO

O Brasil está em vias de iniciar a construção de seu primeiro submarino de propulsão nuclear, um programa que data de fins dos anos 1970, que teve como um dos projetos intermediários a capacitação do Brasil na produção do combustível nuclear a partir do minério de urânio, cujo componente-chave é o enriquecimento desse elemento químico.

* CMG (Ref.) instrutor da Escola de Guerra Naval, Doutor em Ciência Política pela UFF

Esse processo, contudo, transcende a necessidade de operar submarinos e usinas nucleares e pode tornar o País membro de um grupo restrito de Estados, mas é cercado de restrições internacionais ligadas aos esforços de não-proliferação das armas nucleares.

1. O ciclo do combustível nuclear

O requisito básico para um Estado dispor de submarinos nucleares consiste em possuir a capacidade de produzir seu combustível, porque ele não é passível de ser comercializado entre os países, como o combustível para reatores usados em aplicações civis, exceto sob condições políticas muito especiais, como a aliança entre os EUA e o Reino Unido.

O urânio existe na natureza basicamente como dois isótopos, o U_{235} e o U_{238} , e sua utilização como combustível decorre da fissão (divisão) do átomo do primeiro, uma reação em que há emissão de energia térmica. Ocorre que ele consiste em apenas 0,7% do mineral em estado natural, sendo os outros 99,3% constituídos pelo U_{238} . Por isso, sua utilização como combustível na maioria dos reatores exige o aumento dessa proporção, o que constitui o chamado enriquecimento¹.

Essa é a parte principal do ciclo de produção do combustível nuclear que começa na mineração e termina na confecção das pastilhas de dióxido de urânio (UO_2)² que, posicionadas na extremidade de varetas metálicas, formam os elementos combustíveis que produzem, sob condições controladas, grandes quantidades de calor no núcleo dos reatores.

O processo de enriquecimento utilizado pelo Brasil e vários outros países é o de ultracentrifugação, que consiste em promover a maior concentração das moléculas do U_{235} em certos volumes de um composto gasoso do urânio, o UF_6 (hexafluoreto de urânio), tirando partido da diferença de massa para a molécula do U_{238} , submetendo esses volumes à centrifugação por meio de elevadas rotações de seus invólucros – as ultracentrífugas – que são dispostas em série e em paralelo, dependendo do grau de enriquecimento e da massa de urânio enriquecido desejados.

O UF_6 , contudo, ainda não é produzido no Brasil pelo fato de o consumo atual, com apenas duas usinas, estar abaixo do nível que o justificaria³. Assim, o urânio extraído no País

¹ URANIUM, 2012, §1 e 2

² Alguns reatores, como os canadenses (CANDU) e os britânicos (MAGNOX – em fase de desativação) usam urânio natural (sem enriquecimento), sendo que os últimos, que constituem a primeira geração de reatores do Reino Unido, parecem ser os únicos que empregam o urânio puro como elemento combustível, e não o UO_2 . (Ver URANIUM, 2012, §5; MAGNOX, 2012; CANDU, 2003; WHAT, 2009)

³ ESTUDO, 2010, p.46. Segundo dados de 1980 da *British Nuclear Fuel Ltd.*, 1500 toneladas anuais seria o mínimo necessário para justificar a construção de uma planta de conversão, e essa é a necessidade prevista com as usinas programadas para o futuro próximo..

sofre um beneficiamento inicial transformando-o num material amarelo conhecido como “*yellow cake*”, e é enviado para o exterior, onde é convertido em UF₆, e sua maior parte é enriquecida⁴ e re-enviada ao Brasil. A outra parte é enriquecida no Brasil, na INB (Indústrias Nucleares do Brasil), em Resende, RJ, onde o resto do processo é realizado⁵. Nessa fábrica está se implantando a terceira cascata de ultracentrífugas, que permitirá suprir 100% das necessidades de urânio enriquecido da usina Angra 1 e 20% da de Angra 2⁶.

A conversão em UF₆, por sua vez, é tecnologia já dominada pelo Brasil, no caso, pela Marinha, a qual inaugurou em 16 de fevereiro de 2012 uma unidade piloto, a primeira parte de uma instalação que deverá atender a suas necessidades, com capacidade de 40 toneladas por ano. Além dela, prevê-se que, em 2015, entrará em operação a unidade de conversão da INB, que deverá suprir a demanda nacional, com 1500 toneladas anuais⁷, em face das 7 usinas previstas até 2025 como hipótese de trabalho pelo Centro de Gestão de Estudos Estratégicos - CGEE (Angra I, II e III e mais quatro a serem construídas)⁸.

O aumento da capacidade de enriquecimento, contudo, depende do fornecimento de ultracentrífugas pela Marinha à INB, o que vem sendo realizado em taxa abaixo da necessária, problema que está levando o Ministério de Ciência e Tecnologia a prever a construção de uma fábrica de ultracentrífugas⁹.

2. Conversão e Enriquecimento

Existem instalações para conversão de “*yellow cake*” em UF₆ em sete países: Canadá (onde esse serviço é prestado ao Brasil), Reino Unido, Rússia (a maior delas), França, EUA, China e Brasil. Já o enriquecimento é realizado em um maior número de países: os EUA e a Rússia possuem quatro estabelecimentos cada um; A França, a Alemanha e a China, dois; o Japão, o Holanda, o Reino Unido, o Brasil, o Paquistão e o Irã, um¹⁰. A URENCO, consórcio industrial pertencente à Alemanha, Holanda e Reino Unido, presta esse serviço atualmente ao Brasil, e a INB tem interesse em, no futuro, dispor de um excedente de capacidade para entrar nesse mercado¹¹.

⁴ ESTUDO 2010, p. 36

⁵ ARQUIVO, 2012, p.3§9. As etapas seguintes, de reconversão de UF₆ em dióxido de Urânio em pó e fabricação de pastilhas já são totalmente nacionalizadas, na INB.

⁶ BRASIL, 2011

⁷ ESTUDO, 2010, p. 46; PROGRAMA, 2012

⁸ ESTUDO, 2010, p.4§3

⁹ ARQUIVO, 2012, p. 2§7 a p.3§5

¹⁰ URANIUM, 2012, “*World Primary Conversion capacity*” e “*World Enrichment capacity*”

¹¹ ESTUDO, 2010, p. 51§2

O nível de enriquecimento do urânio é proporcional à energia contida no combustível com ele produzido. A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) considera dois níveis: o “*Low-enrichment uranium*” (LEU), em que a concentração de U_{235} não ultrapassa 20%, e o “*High-enrichment uranium*” (HEU), onde essa concentração é maior que esse valor, sendo que este último nível contém o “*bomb grade*” ou “*weapons grade*”, enriquecimento acima de 90%, considerado necessário para a fabricação das armas nucleares atuais¹².

Cabe notar que quanto maior o grau de enriquecimento, menor é a massa necessária para a construção dos artefatos e que, na realidade, é possível construí-los com urânio enriquecido a graus menores que 90%, mas abaixo de 20% (LEU) é impossível fazê-lo em tamanho prático, e abaixo de 6% é impossível produzir reação explosiva¹³. Deve-se, no entanto, destacar que o esforço necessário para enriquecer o urânio de 20% a 90%, ou mais, é muito pequeno, em relação ao necessário para levá-lo do estado natural a 20%. Essa é a razão porque as centrais de enriquecimento são instalações sensíveis e objeto de rigorosas medidas de controle para fins de não-proliferação¹⁴.

Contendo mais energia, o HEU proporciona muito maior duração das cargas de combustível e, assim, além da fabricação de petardos, o HEU é utilizado principalmente em reatores de pesquisas, de propulsão naval e de veículos espaciais; mas em face da característica acima exposta, as possibilidades vislumbradas de atos terroristas envolvendo seu emprego estão levando a esforços mundiais para a redução de seu uso, desativando os reatores que o utilizam ou convertendo-os para LEU, para a redução de seus estoques e seu rigoroso controle, e para o aumento das possibilidades dos reatores que usam LEU¹⁵.

O sistema brasileiro de enriquecimento de Urânio e fabricação de elementos combustíveis, incluindo os dos submarinos nucleares restringir-se-á ao LEU.

3. A propulsão nuclear naval

A maioria dos reatores de potência civis (usinas termelétricas, p. ex) usa LEU com 3% a 5% de enriquecimento¹⁶, e os usados para propulsão naval deveriam idealmente usar HEU por serem reatores pequenos que devem ter considerável potência e, principalmente, alta durabilidade dos elementos combustíveis para reduzir a frequência das imobilizações para recarga. Isto, contudo, não ocorre sempre, e os países usam o urânio enriquecido segundo suas

¹² U. S. DEPARTMENT, 2012; ZIMMERMAN, 2000, p. 25§8

¹³ GLOBAL, 2007, p. 113§5 a p. 114§2 e fig. A.5

¹⁴ URANIUM, 2012, “*Enrichment*”§7 e gráfico “*Uranium enrichment and uses*”

¹⁵ HIPPEL, 2004, p. 140, 144§5, p.149§5 a p.151§3

¹⁶ URANIUM, 2012, §6

conveniências e capacidade tecnológica de extrair energia dos elementos combustíveis, observando-se atualmente a tendência de empregarem LEU.

Os submarinos da China usam LEU, supondo-se que sejam enriquecidos a 5% e que suas cargas tenham duração de 10 anos¹⁷.

Os submarinos da Rússia empregam HEU com enriquecimento a 45% nos submarinos atuais (inicialmente era 20%)¹⁸, e suas recargas ocorrem em intervalos de 5 a 10 anos¹⁹.

O *Arihant*, primeiro submarino da Índia, ora em testes, usa urânio enriquecido a 40%, refletindo o fato de seu reator ser de projeto russo²⁰, não se conhecendo o período de duração previsto de seu primeiro abastecimento nuclear.

Os porta-aviões e submarinos dos EUA empregam HEU, no “*bomb-grade*”, com 93% de enriquecimento (inicialmente era 97%), e a duração da carga, atualmente, alcança toda a vida útil dos meios, cerca de 50 anos para os porta-aviões e 30 a 40 anos para os submarinos²¹.

A ideia, já lá aventada, de banir o HEU e passar a utilizar LEU, já constou de um estudo que verificou que os submarinos nucleares de ataque (SNA²²) da classe Virgínia, que têm a carga prevista para toda a vida (33 anos), passariam a ter que recarregar os reatores a cada 7,5 anos, enquanto os navios-aeródromos, cuja carga de HEU dura 45 anos, teriam que recarregá-los a cada 10,4 anos. Pode-se imaginar que o impacto dessa medida seria forte na estrutura logística da marinha, que possui mais de oitenta meios com propulsão nuclear, e em que as recargas implicariam a retirada de serviço de cada um deles por cerca de dois anos²³.

Há também que se pensar no custo. A recarga (com HEU) de reatores de submarinos norte-americanos é dispendiosa. Nos anos 1990 ela foi realizada em alguns dos SNA da classe *Los Angeles*²⁴, selecionados para se manterem em atividade com a redução de meios consequente do fim da Guerra Fria, a um custo de 100 a 200 milhões de dólares, cada um²⁵.

¹⁷ GLOBAL, 2010, p. 101§3

¹⁸ NUCLEAR, 2012, “*Nuclear Propulsion Systems*”§2 e 18

¹⁹ HIPPEL, 2004, p. 150§5;

²⁰ BERLIN, 2006, p.81§1

²¹ NUCLEAR, 2012, “*Nuclear Propulsion Systems*”§2 e 4

²² Os submarinos nucleares possuem dois tipos básicos, os submarinos nucleares de ataque (SNA, ou SSN na literatura em Inglês) e os Submarinos Lançadores de Mísseis Balísticos (SLMB, ou SSBN, na literatura em Inglês), estes últimos usados pelas potências nucleares. Os submarinos nucleares brasileiros serão SNA.

²³ HARVEY, 2010, “*Converting Naval Reactors to LEU*” §2

²⁴ Os SNA da classe *Los Angeles*, mais antigos tinham, originalmente, carga prevista para 16 anos.

²⁵ ZIMMERMAN, 2000, p.18§2

Os submarinos do Reino Unido empregam urânio de enriquecimento semelhante aos norte-americanos – na verdade, importam-no dos EUA²⁶, e as novas unidades, da classe *Astute*, tem carga prevista para durar 25 anos²⁷ – toda a vida útil.

A França utiliza LEU. Seus primeiros SNA, da classe *Rubis*, lançados nos anos 1980 e ainda em operação, são recarregados a cada 7 anos, o Navio-aeródromo Charles de Gaulle também é recarregado a cada 7 ou 8 anos, e o intervalo projetado dos novos SNA que substituirão os *Rubis* a partir de 2016 (projeto Barracuda) é de 10 anos. Para estes, o nível de enriquecimento é o mesmo dos reatores comerciais, entre 4% e 8%, e seus padrões de segurança são os mesmos dos sistemas civis²⁸. Os franceses desenvolveram um modelo de elemento combustível que lhes permite tirar mais energia do LEU que outros países²⁹.

Os franceses projetam seus submarinos para cumprirem seus períodos de manutenção de longa duração, que podem durar mais de um ano, coincidindo com a necessidade de realizar as recargas dos reatores, as quais, ao contrário dos norte-americanos, têm custo pouco relevante (“*negligible*”) diante desses reparos, pelo menos para os SNA da classe *Rubis*.³⁰

Esses aspectos, que provavelmente governarão a linha de ação seguida pela Marinha do Brasil, foram apresentados por representantes franceses em uma conferência, em 2008, e retiram dos SNA o estigma de sua conexão com a proliferação das armas nucleares, despertando no analista norte-americano James Patton preocupações pela possível criação de um mercado mundial desses meios, com sua proliferação³¹.

4. As Armas Nucleares.

Existem duas formas básicas pelas quais os Estados esperam não se tornar vítimas de um ataque nuclear por outro Estado: a dissuasão nuclear e a aposta no “tabu nuclear”.

No emprego de armas nucleares, a chave da iniciativa (realização do primeiro ataque) é a perspectiva de anular a resposta nuclear do oponente, mas a chave da dissuasão é a capacidade de resposta, visto que, tanto a interceptação dos vetores, como a proteção dos objetivos contra explosões são consideradas ineficazes³².

²⁶ AT SEA, 2010, “*Inventories, Use, Enrichment Levels*”§3

²⁷ ASTUTE, 2012, FIG. “The Navy’s New Super-Sub”

²⁸ PATTON, 2009, p.37§ 4 a 6; BARRACUDA, 2006; NUCLEAR, 2012, “*Nuclear Propulsion Systems*”§8

²⁹ AT SEA, 2010, “*Converting Naval Reactors to LEU*”§3

³⁰ ZIMMERMAN, 2000, p.26§9

³¹ PATTON, 2009, p. 37§8 e 11

³² Atualmente, a interceptação de alguns vetores tem sido realizada com êxito pelo sistema “*Balistic Missile Defense*” (BMD) dos EUA, embora não haja garantia de que, no caso de um ataque, todos os mísseis lançados sejam interceptados.

Assim, segundo Beaufre³³, a comparação de capacidades nucleares admite quatro situações: a estabilidade absoluta, em que os oponentes crêem que não podem evitar uma resposta inaceitável do oponente, e não tomam a iniciativa; a instabilidade absoluta – em que um dos lados se crê capaz de impedir a resposta do oponente, desde que realize um vigoroso ataque; e a superioridade absoluta (duas situações: a superioridade de um ou a do outro) - um ou outro se acredita tão superior que poderá, em alguns casos, ter a iniciativa e vencer, apesar da pequena resposta do oponente.

Países de arsenal nuclear modesto, como a Índia e a China declaram praticar a “política de dissuasão mínima”, ou seja, procuram ter a capacidade de dar uma resposta nuclear que, ainda que não muito grande, seja inaceitável ao provável oponente, mais poderoso, fazendo com que ele não tenha superioridade absoluta, e ambos atinjam a estabilidade absoluta.

A forma considerada mais eficaz de evitar uma situação de instabilidade absoluta, garantindo a capacidade de resposta é o emprego de submarinos lançadores de mísseis balísticos (SLMB) portadores de artefatos nucleares, navegando submersos, em face da virtual impossibilidade de sua localização para destruição em um primeiro ataque.

Quanto ao “tabu nuclear”, as bombas atômicas lançadas contra o Japão em 1945 causaram tamanha comoção, que essas armas passaram a sofrer restrições tais que foram classificados de tabu, ainda por John Foster Dulles, Secretário de Estado (1953-1959) do Presidente Eisenhower, dos EUA. Essa conotação era tão indesejada que o governo norte-americano da época achava conveniente encontrar uma ocasião para empregá-las a fim de quebrar o tabu. Isso nunca aconteceu, ainda que se tenha cogitado de fazê-lo durante a Guerra do Vietnam, pois apenas em condições extremamente graves o custo político de seu emprego as tornaria aceitáveis³⁴.

Assim, o mundo vive até hoje um “tabu nuclear”³⁵, situação em que tais artefatos têm seu emprego restrito à dissuasão, deixando às armas convencionais a implementação da “guerra praticável”³⁶ e suas correspondentes estratégias. Isso não impede, porém, que

³³ BEAUFRE, 1966, p. 37§2

³⁴ FREEDMAN, 2005, p. 70§2 a p.71§1

³⁵ FREEDMAN, 2005, p.121§1

³⁶ BEAUFRE, 1966, p.29§4 Alusão ao conceito exposto por Beaufre: “A enorme escala de destruição da qual agora nos tornamos capazes, não somente pelo uso das armas nucleares, mas também através das guerras Química e Biológica, todas as três frutos do esforço científico, significam que este tipo de guerra era simplesmente não mais praticável, como meio normal ou excepcional de Política”

potências nucleares estejam desenvolvendo permanentemente novas armas, como apontado no tópico seguinte.

Constata-se também que os países desenvolvidos que são não-nuclearmente armados, como a Itália, a Alemanha, o Japão e a Austrália, têm sua segurança apoiada na dissuasão nuclear estendida por uma aliança ou uma potência, no caso, a OTAN e os EUA. Assim, verifica-se que a busca da segurança por meio da estabilidade nuclear é mais crível e eficaz que a exclusiva aposta kantiana no “Tabu Nuclear”, opção única dos países de menor expressão no contexto internacional – enquanto assim se mantiverem.

5. As medidas contra a proliferação nuclear.

O principal instrumento para controlar a proliferação de armas nucleares no sistema internacional é o Tratado de Não-proliferação Nuclear (TNP), de 1968, que divide os Estados em “nuclearmente armados” (“*nuclear-weapons state*”) e “não-nuclearmente armados” (“*non-nuclear-weapons state*”), definindo os primeiros como os que tenham fabricado ou detonado um explosivo nuclear antes de 1º de janeiro de 1967. O tratado recebeu a adesão de 189 Estados e de Taiwan, que a ONU considera como território da China, não a tendo recebido apenas de Israel, Paquistão, Índia e Coreia do Norte, todos potências nucleares, embora “não-nuclearmente armados” pelo critério do TNP, sendo que o último havia aderido ao Tratado em 1985, mas se retirou em 2003³⁷.

O primeiro grupo é proibido de transferir, e o segundo, de receber armas nucleares e a tecnologia para produzi-las; o segundo grupo, além disso, é obrigado a aceitar salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), para verificação do cumprimento das obrigações do Tratado, a fim de impedir que material fissil destinado a fins pacíficos seja usado para a produção de armas; e os Estados dos dois grupos são obrigados a trabalhar visando ao desarmamento nuclear e ao desarmamento geral e completo, sob controle internacional (artigo VI).

O tratado, portanto, se apoia na desigualdade de direitos, procurando congelar a dissimetria do poder nuclear, como forma de reduzir o risco de guerras com seu emprego. Além disso, em 1997 foi emitido um protocolo adicional a seu texto original, ao qual os Estados também podem aderir voluntariamente (embora haja quem considere que os “nuclearmente armados” pressionem os “não-nuclearmente armados” à adesão³⁸), que prevê

³⁷ REPUBLIC OF KOREA, 2006, p.269, “Member States”

³⁸ GODOY; COSCELLI, 2012, “Protocolo Adicional”

inspeções a serem realizadas pela AIEA com um aviso prévio de antecedência curtíssima e com amplo acesso pelos inspetores às atividades nucleares realizadas.

Em 1998, a Índia, que havia realizado um teste nuclear experimental em 1974, testou armas nucleares efetivas e se declarou unilateralmente um “estado nuclearmente armado”, apesar de não ser signatária do TNP. Após alguns anos de alguma reprovação dos EUA e da comunidade internacional, o país assinou, em 2005, o “Pacto Nuclear” com o Governo Bush, o qual lhe reconhece aquela condição como fosse membro do Tratado, recebendo, inclusive, o direito de adquirir tecnologia e material nuclear norte-americano, o que o Tratado proíbe explicitamente a não-signatários.³⁹

Também em 1998 (em 18 de setembro), o Brasil aderiu ao tratado, apesar de já se ter autolimitado por um impedimento constitucional à fabricação e presença no território nacional de armas nucleares, e de já haver aderido, em 1994, ao Tratado de Tlatelolco, que as proscree na América Latina⁴⁰. Quanto ao protocolo adicional do TNP, a Estratégia Nacional de Defesa (END), de 2008, declara explicitamente que o Brasil não aderirá, pois ele amplia as restrições, sem que as potências nucleares avancem no seu próprio desarmamento nuclear⁴¹.

Quanto a esse desarmamento, um estudo francês considera que a única renúncia ao poder nuclear até hoje ocorrido (o da África do Sul) deveu-se a um contexto nacional e Geopolítico muito particular, e que a arma nuclear permanecerá como um dado estruturante do sistema internacional pelo futuro previsível, ao qual nenhum dos possuidores pretende renunciar. Haverá reduções de número pelo fato de a tensão atual ser menor que a da Guerra Fria, mas as armas serão mantidas, porque, pelo terror que inspiram, mesmo aos EUA, tornam a dissuasão nuclear insubstituível para a segurança nacional.

O estudo aponta, inclusive, como vantagem política do poder nuclear francês, o fato de, em um Conselho de Segurança da ONU eventualmente reformado, esse país ter maior peso que os dos novos membros, não nucleares, observação que este autor generaliza para os outros membros nucleares, como uma expectativa de estratificação daquele conselho em favor dos atuais membros, mesmo após a reforma pleiteada por alguns países⁴².

Verifica-se, além disso, no “*Global Fissile Material Report 2011*”, publicado pelo “*International Panel on Fissile Materials*”, grupo formado em 2006 por especialistas em controle de armas e não-proliferação de 16 países dos dois grupos acima citados, que, apesar

³⁹ MOHAN, 2006, p.77§3 a p.79§1; KUNDU, 2004, p. 9 e 10; TRATADO, 2012, artigo I

⁴⁰ SILVA, 2010, p. 167§1

⁴¹ BRASIL, 2008, p. 25 d)

⁴² PICARD, 2006, p. 9 a 13

do prescrito no artigo VI do TNP, todos os Estados “nuclearmente armados” “estão modernizando seus arsenais e, em alguns casos, construindo novas infraestruturas de produção de armas”⁴³.

Cumprir notar que a dissuasão de outros países desenvolvidos não é o propósito exclusivo dessa modernização. A França, por exemplo, busca dissuadir países em desenvolvimento (nominalmente Líbia, Egito, Síria, Israel, Arábia Saudita, Iraque, Irã, Paquistão, Índia e Coreia do Norte)⁴⁴, alegando que eles possuirão em breve mísseis estratégicos e armas de destruição em massa, com os quais ameaçarão a Europa, raciocínio que se fundamenta na motivação de que servem de exemplo a Coreia do Norte, que possui e pode estar aperfeiçoando tal forma de dissuasão, e o Irã, que pode estar envidando esforços para obtê-la.

No caso do Brasil, como o País não possui qualquer aliança militar, bilateral ou multilateral com potências nucleares que lhe provejam dissuasão estendida, os impedimentos constitucional e internacionais da posse de armas nucleares significam a dispensa dessa dissuasão, presumivelmente por considerá-la desnecessária, e a aposta, presente e futura, no “tabu nuclear”.

Os países “nuclearmente armados” possuem, ao que se estima, mais de 19.000 armas⁴⁵, das quais cerca de 4000 delas com o desmantelamento previsto, do que resulta a sobra nada animadora de 15.000 artefatos.

Com respeito ao material fissil existente no planeta, cabe observar que, sem prejuízo da dissimetria já citada, os países “nuclearmente armados” deixaram, há muito tempo, de fabricar HEU, mas seus estoques são suficientes para quase 60.000 bombas do tipo usado em Hiroshima. Os maiores possuidores, Rússia e EUA, estão reduzindo o enriquecimento de lotes desse material⁴⁶ provenientes de seus estoques e das armas desmanteladas, para utilizá-los como combustível de reatores, mas a Índia e o Paquistão continuam a fabricá-lo para propulsão naval e produção de armas. A Coreia do Norte tem instalações de enriquecimento e detonou uma bomba em 2006, mas não se sabe se continua produzindo HEU. Quanto a Israel, também não se sabe se o está produzindo, apesar de se saber que tem essa capacidade e que possui armas nucleares⁴⁷.

⁴³ GLOBAL, 2011, p.1§1 e p.2§4

⁴⁴ JACOB, 2008, p.14§1 e 2; PICARD, 2006, p.12§2

⁴⁵ GLOBAL, 2011, p. 4, tabela 1. O número não inclui os países que não detonaram bombas antes de 1º/01/1967 (portanto “não-nuclearmente armados” – Israel, Paquistão, Índia e Coreia do Norte), que possuem um arsenal estimado entre 270 e 415 armas.

⁴⁶ fazendo o “*down blending*”

⁴⁷ GLOBAL, 2011, p.3§2

Quanto ao plutônio, outro ingrediente de armas nucleares derivado do urânio, os cinco Estados “nuclearmente armados” deixaram de produzi-lo há décadas para armas, embora exista um estoque, e o material continue a ser produzido como consequência do processo de re-enriquecimento, realizado por alguns, do combustível nuclear já utilizado. Sabe-se, porém que a Índia, Paquistão e talvez Israel continuam a fabricá-lo para a produção de armas⁴⁸.

Há, também, movimentos iniciados por propostas da AIEA e da Rússia, em conexão com a “Parceria Global de Energia Nuclear” (“*Global Nuclear Energy Partnership*” - GNEP)⁴⁹, grupo de países (em abril de 2012 eram 31) liderada pelos EUA, no sentido de restringir a capacidade de enriquecer Urânio a uns poucos centros mundiais, sob o controle da AIEA e que só produziriam LEU sem fornecer qualquer tecnologia. A ideia, parcialmente motivada pelo interesse na não-proliferação, seria reduzir a possibilidade de enriquecer urânio sem controle, mas traduz o interesse comercial de manter um oligopólio da prestação desse serviço e reafirma a desigualdade de direitos.

A primeira dessas instalações é o “Centro Internacional de Enriquecimento de Urânio”, em Angarsk, na Rússia, que foi inscrito por esse país, em 2007, para implementação das salvaguardas da AIEA⁵⁰.

O Brasil, além da intenção de dispor de submarinos de propulsão nuclear, o que implica a necessidade estratégica de ser independente quanto à produção de seu combustível, só tem motivos para aderir a tal linha de ação se for para sediar um dos tais centros de produção de combustível, pois possui a sétima reserva mundial de Urânio (com apenas um terço do território nacional prospectado) e, como exposto no tópico 1, detém a tecnologia do ciclo completo desse combustível, e está em vias de prontificar a estrutura para implementá-la⁵¹.

Além disso, as condições brasileiras parecem promissoras. A INB será a única fabricante de combustível nuclear no mundo que concentrará, num mesmo local, o enriquecimento do urânio e a fabricação dos elementos combustíveis⁵², aspecto que aumenta grandemente a eficiência e reduz o custo dos processos.

⁴⁸ GLOBAL, 2011, p.3§4 a 6.

⁴⁹ INTERNATIONAL, 2012. A GNEP, agora denominada International Framework for Nuclear Energy Cooperation (IFNEC) é uma parceria iniciada pelos EUA em 2006 que congrega países preocupados com a segurança das instalações nucleares e com a não-proliferação.

⁵⁰ URANIUM, 2012, “*International Enrichment Centres, Multilateral approaches*”

⁵¹ ESTUDO, 2010, p. 40§1 e 2 e tabela 5, p. 46

⁵² BRASIL, 2011, “Enriquecimento de Urânio”§5

6. CONCLUSÃO

Verifica-se que os trabalhos para dotar o Brasil de submarinos de propulsão nuclear, antes de brindá-lo com a disponibilidade desses meios de guerra, estão proporcionando grandes avanços ao País nas áreas tecnológica e econômica, antevendo-se, inclusive, a entrada do País no restrito mercado internacional de enriquecimento de urânio.

Vê-se também que os esforços de não-proliferação nuclear estão impactando nas aplicações da energia nuclear, forçando o emprego progressivo do LEU, mesmo em aplicações em que o HEU seria mais conveniente. O uso do LEU desvincula a posse de submarinos de propulsão nuclear das armas nucleares, ensejando a posse desses meios por países “*não-nuclearmente armados*”, como o Brasil, e acarretando temores nos países desenvolvidos quanto a sua proliferação⁵³.

O TNP vem atendendo bem ao primeiro de seus propósitos estatuídos – evitar guerras nucleares entre potências nucleares, mas não há qualquer indício de que venha a atender ao segundo – o desarmamento nuclear. Antes, está aprofundando a estratificação do sistema internacional entre os Estados desenvolvidos, que se protegem por meio da dissuasão nuclear, própria ou estendida, e os demais Estados, que devem depender do “tabu nuclear” e contribuir para ele, evitando tornar-se de alguma forma ameaçadores ao *status quo*, pois também constituem alvos dos artefatos dos primeiros.

Em 1998, Índia e Brasil tomaram rumos opostos. A primeira lançou uma ousada cartada tornando-se potência nuclear num teatro de grande importância para o Ocidente, o Oceano Índico, que contém as principais fontes globais de petróleo, e sendo rival do principal oponente dos EUA, a China, o que resultou na ascensão ao primeiro nível do TNP. O Brasil, por sua vez, sem ter tal importância estratégica, assumiu seu lugar no segundo, aderindo ao Tratado como “país não-nuclearmente armado”.

Assim, no plano estratégico, o Brasil não dispõe de dissuasão nuclear própria, e sua tradição de política externa e de defesa não contempla alianças permanentes, não dispondo, portanto, de dissuasão estendida. Aposta sua segurança no “tabu nuclear”, apesar de ser o único membro do “BRIC” a fazê-lo e de ter aumentado consideravelmente seus ativos a defender com o expressivo crescimento econômico recente, representados pelas infraestruturas econômica e populacional em terra e no mar.

No plano político, essa condição poderá levá-lo a uma posição subalterna como membro permanente num Conselho de Segurança da ONU reformado, mas também

⁵³ PATTON, 2009, p. 37§8 e 11

estratificado entre membros nucleares e não-nucleares, como antevisto pelo estudo de Picard⁵⁴, uma situação oposta à da Índia, que também pleiteia um assento permanente, tendo, inclusive, apoio dos EUA⁵⁵.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear. *Programa 2059-Política Nuclear*, Brasília, Disponível em: <<http://sigmct.mct.gov.br/index.php/content/view/657.html>>. Acesso em: 27 mar. 2012.

ASTUTE Class. *Navy Matters*, [2011?]. Disponível em: <<http://navy-matters.beedall.com/astute.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

⁵⁴ PICARD, 2006, p.12§8

⁵⁵ SIDNER;SIDNER, 2010

Os Submarinos Nucleares e o Enriquecimento de Urânio

AT SEA Over Naval HEU: Expanding Interest in Nuclear Propulsion Poses Proliferation Challenges. *NTI*, 2010. Disponível em: <<http://www.nti.org/analysis/articles/expanding-nuclear-propulsion-challenges/>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

BARRACUDA nuclear powered attack submarines. *Defense Update*, 22 dez. 2006. Disponível em: <http://www.defense-update.com/newscast/1206/news/221206_barracuda.htm>. Acesso em: 01 maio 2008.

BERLIN, Donald L. India and The Indian Ocean. *Naval War College Review*, Spring 2006. Disponível em: <http://findarticles.com/p/articles/mi_m0JIW/is_2_59/ai_n16689838/>. Acesso em: 28 maio 2010.

BRASIL inaugura nova cascata de enriquecimento de urânio. *Inovação Tecnológica*, 05 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=cascata-enriquecimento-uranio&id=020175110105>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

BRASIL. Decreto nº 6703 de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6703.htm>. Acesso em: 18 abr. 2010.

CHINA. In: GLOBAL Fissile Material Report 2010. *International Panel on Fissile Materials*, 2010. Disponível em <<http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/Hui-Zhang-China-Chapter-Global-Fissile-Materials-Report.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2012.

ESTADOS UNIDOS. Department of Energy. *Argonne National Laboratory*. Glossary/Acronyms. Disponível em: <<http://web.ead.anl.gov/uranium/glossacro/index.cfm?init=B>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

ESTUDO da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro: Relatório Parcial. *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*, Brasília, Novembro de 2010. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/acnen/pnb/Rel-Parcial-CicloCombustivel.pdf>>. Acesso em: 29 mar.2012.4
GLOBAL Fissile Material Report 2007: nuclear weapon and fissile material stockpiles and production. *International Panel on Fissile Materials*, 2007. Disponível em: <<http://fissilematerials.org/library/gfmr07.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

GLOBAL Fissile Material Report 2011: nuclear weapon and fissile material stockpiles and production. *International Panel on Fissile Materials*, 2011. Disponível em: <<http://fissilematerials.org/library/gfmr11.pdf>>. Acesso em 20/04/2012.

HARVEY, Cole J. At Sea Over Naval HEU: expanding interest in nuclear propulsion poses proliferation challenges. *NTI*, 29 nov. 2010. Seção Analysis. Disponível em: <<http://www.nti.org/analysis/articles/expanding-nuclear-propulsion-challenges/>>. Acesso em: 05 maio 2012.

HIPPEL, Frank von. A Comprehensive Approach to Elimination of Highly-Enriched-Uranium From All Nuclear-Reactor Fuel Cycles. *Science and Global Security*, Princeton, NJ, v. 12, n. 3, p.137-164, 2004. Disponível em: <http://www.princeton.edu/sgs/faculty-staff/frank-von-hippel/von_Hippel_SGS_137-164_1.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2012.

INTERNATIONAL Framework for Nuclear Energy Cooperation (formerly Global Nuclear Energy Partnership). *World Nuclear Association*, London, apr. 2012. Disponível em: <http://www.world-nuclear.org/info/inf117_gnep.html>. Acesso em: 03 maio 2012.

JACOB, Odile. *The French White Paper on Defence and National Security*. Paris, 2008. Disponível em: <<http://www.cfr.org/france/french-white-paper-defence-national-security/p16615>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

KUNDU, Apurba, *India's National Security under the BJP/NDA: "strong at home, engaged abroad"*. Brussels: European Institute for Asian Studies (EIAS), 2004. Disponível em: <<http://www.eias.org/publications/briefing/2004/kunduindia2.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2012.

MOHAN, C. Raja. A Índia e o Equilíbrio de Poder. *Política Externa*, São Paulo, v.15, n. 2, p. 71-81, set./nov. 2006.

NO BRASIL, 99% do urânio é usado para gerar eletricidade; saiba mais. *Globo.com.*, Rio de Janeiro, 18 maio 2010. Seção Ciência e Saúde. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2010/05/no-brasil-99-do-uranio-e-usado-para-gerar-eletricidade-saiba-mais.html>>. Acesso em: 29 mar. 2012.

NUCLEAR Powered Ships. *World Nuclear Association*, London, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.world-nuclear.org/info/inf34.html>>. Acesso em: 27 mar. 2012.

PATTON, James. AIP-What It Is and What It Isn't. *Naval Forces*, III, 2009. p. 32-37.

PICARD, Michel. *La propulsion nucléaire: un savoir-faire indispensable à la souveraineté nationale*. Paris: Recherches & Documents. Fondation pour la Recherche Stratégique, 2006.

Os Submarinos Nucleares e o Enriquecimento de Urânio

Disponível em: <http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/rd/RD_20060630.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2012.

PROGRAMA Nuclear da Marinha representa um marco no enriquecimento de urânio no Brasil. *DefesaNet, Brasília*, 14 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/5151/Programa-Nuclear-da-Marinha-representa-um-marco-no-enriquecimento-de-urânio-no-Brasil>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

REPUBLIC OF KOREA. Ministry of Defense. *Defense White Paper*, 2006. Disponível em: <http://merln.ndu.edu/whitepapers/SouthKorea_English2006.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2011.

SILVA, Marcos V. M. da. Política Externa, Segurança e Defesa nos Governos Lula e Cardoso. *Revista Debates*, Porto Alegre, v. 4, n.2, p.159-177, jul./dez. 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/debates/article/download/12370/>>. Acesso em: 04 maio 2012.

TRATADO sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/Doc/pdf/Tratados/TRAT0001.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

URANIUM Enrichment. *World-Nuclear*, 2012. Disponível em: <<http://www.world-nuclear.org/info/inf28.html>>. Acesso em: 25 mar. 2012.

ZIMMERMAN, Stan. *Submarine Technology for the 21st Century*. Canadá: Trafford Publishing, 2000.

Recebido em: 14/06/2012

Aceito em: 18/07/2012