

# Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento

*Este trabalho discute o papel da ciência, tecnologia e inovação de bens e de serviços para a segurança, a defesa e o progresso de um país. Trato da importância do conceito de tecnologia militar e da chamada Revolução nos Assuntos Militares, definida como uma grande mudança na natureza da guerra, resultante de novas tecnologias combinadas com alterações na doutrina e nos procedimentos organizacionais. Após abordar as restrições ao livre fluxo e à comercialização de tecnologias, concluo que o caminho óbvio é o desenvolvimento próprio e o uso soberano de seus resultados.*

---

**Waldimir Pirró e Longo:**  
Doutor em Engenharia pela Universidade da Flórida. Professor Titular do Programa de Pós Graduação em Estudos Estratégicos da Universidade Federal Fluminense, pesquisador emérito do CNPq.



*This work discusses the role of science, technology and innovation in goods and services in support of a country's security, defense and progress. I state the importance of the concept of military technology and the so-called Revolution of Military Affairs, defined as a great change in the nature of war, resulting from the use of new technologies combined with changes in doctrine and organizational procedures. After examining the restrictions to free trade and the commercialization of technologies, I conclude that the obvious solution is autonomous development and the sovereign use of its results.*

Sem possuir armas próprias, nenhum principado estará seguro; estará, antes, à mercê da sorte, não existindo virtude que o defenda nas adversidades.

Maquiavel

## 1 CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A primeira dificuldade enfrentada por quem se propõe a discorrer sobre tecnologia é a exata compreensão dos termos utilizados com mais frequência no trato desse assunto. A própria palavra tecnologia é empregada com mais de um sentido por diferentes autores e, deste modo, provoca sérios enganos mesmo em pessoas diretamente ligadas ao seu uso, geração ou política. Por serem as tecnologias modernas impregnadas de conhecimentos científicos, salienta-se também a necessidade da compreensão do que se entende por ciência. Em conseqüência, julgou-se conveniente iniciar-se o trabalho com a exposição resumida de conceitos envolvidos na problemática científica e tecnológica (Longo, 2008).

Entende-se por ciência tanto o processo de investigação ou estudo da natureza, direcionado à explicação do universo e dos seus fenômenos, como o corpo organizado de conhecimentos adquiridos mediante tal investigação ou pesquisa. Ou seja, a ciência pode ser definida como atividade ou como um sistema de conhecimento. De acordo com as duas visões, têm-se as definições: a) ciência é uma atividade dirigida à aquisição e ao uso de novos conhecimentos sobre o universo, compreendendo metodologia, meios de comunicação e critérios de sucesso próprios, e b) ciência é o conjunto organizado dos conhecimentos relativos ao universo, envolvendo seus fenômenos naturais, ambientais e comportamentais.

Identificado um fenômeno, o cientista trata de formular uma hipótese sobre a natureza do mesmo. Uma hipótese é uma conjectura admissível que (ainda) não foi bem embasada nem com-

provada experimentalmente. Na realidade, as hipóteses são suposições que dirigem as pesquisas.

Na busca de uma explicação para a ordem reinante na natureza, o cientista propõe e testa teorias destinadas a explicar aspectos dessa ordem e fazer predições. Por meio de teorias os cientistas racionalizam as chamadas leis da natureza. Ex: teoria atômica, teoria da relatividade geral, teoria da gravitação universal de Newton. Uma lei da natureza é uma generalização científica baseada em observações empíricas. Por exemplo: leis da termodinâmica, lei de Hooke. Algumas leis são formuladas com as teorias das quais fazem parte. Por exemplo: leis da mecânica quântica,

A geração de conhecimento científico faz-se mediante a pesquisa ou investigação científica. Na pesquisa, o cientista segue as etapas do que se convencionou chamar método ou metodologia científica (Kneller, 1980).

As teorias e conclusões do seu trabalho de pesquisa devem ser relatadas publicamente e sobreviver a um período de debate, avaliação crítica e à repetição dos cálculos, ensaios e testes, feita por outros profissionais com nível de competência adequada para rebatê-las ou validá-las. Só assim, se confirmados, os novos conhecimentos são incorporados ao acervo científico universal. Essa exposição à confirmação, realizada, normalmente, por outros cientistas, forçou, historicamente, que o conhecimento científico tivesse livre divulgação e circulação. Em conseqüência, tal conhecimento é um bem público, e se constitui em um acervo da humanidade.

Quanto à tecnologia, esta palavra tem sua origem no substantivo grego *techné*, que significa arte ou habilidade.

Alguns autores consideram a tecnologia como sendo ciência aplicada. Na realidade esta definição pode não ser sempre verdadeira, embora, no mundo atual, a tecnologia dependa cada vez mais de conhecimentos científicos. Como prova de que a definição é imperfeita, Jorge Sabato usava como exemplo a in-

venção do *container* que, a rigor, não envolveu nenhum conhecimento científico, mas é uma das tecnologias de maior sucesso no setor de transportes (Sabato, 1974).

No nosso entendimento, a tecnologia pode ser, simplificadamente, definida como sendo o conjunto organizado de todos os conhecimentos científicos, empíricos ou intuitivos empregados na produção e comercialização de bens e serviços.

Para Sáenz e Capote (2002), a tecnologia, tal como a ciência, pode ser definida de dois pontos de vista: como um conjunto de conhecimentos ou como uma atividade. No primeiro caso, a tecnologia seria:

O conjunto de conhecimentos científicos e empíricos, de habilidades, experiências e organização requeridos para produzir, comercializar e utilizar bens e serviços. Inclui tanto conhecimentos teóricos como práticos, meios físicos, *know how*, métodos e procedimentos produtivos, gerenciais e organizacionais, entre outros.

Como atividade a tecnologia seria entendida como: “a busca de aplicações para conhecimentos já existentes”.

Modernamente, a estreita ligação entre a ciência e a tecnologia fez com que surgisse, no trato dos assuntos a elas pertinentes, o binômio Ciência e Tecnologia, referido no singular e designado pela sigla C&T. O entrelaçamento ciência/tecnologia tornou-se mais próximo ainda a partir do momento em que o método científico passou a ser utilizado na geração de conhecimentos associados à criação ou melhoria de bens ou serviços, ou seja, para a inovação tecnológica.

O domínio do conjunto de conhecimentos específicos que constituiu a tecnologia permite a elaboração de instruções necessárias à produção de bens e de serviços. A simples posse dessas instruções (plantas, desenhos, especificações, normas, manuais), que são expressões materiais e incompletas dos conhecimentos e a capacidade de usá-las, não significa que, automaticamente, o usuário tornou-se detentor dos conhecimentos que permitiram sua geração, ou seja, da tecno-

logia. Frequentemente, tem sido empregada a palavra tecnologia para designar tais instruções, e não os conhecimentos que propiciaram a base para a sua geração, os quais, em geral, estão armazenados em cérebros de pessoas. Isto tem sérias implicações na correta compreensão do que seja o potencial ou independência tecnológica de uma indústria ou mesmo de uma nação.

Como exemplo, chega-se ao absurdo de acreditar que quando uma empresa multinacional coloca em funcionamento, num país periférico, o último modelo de uma máquina importada de fazer parafusos, tal modelo está dotado da mais alta tecnologia de fazer parafusos. Na realidade, ele está dotado das mais altas instruções para fazer parafusos.

As instruções, o saber apenas como fazer (*know how*) para produzir algo, e não por que fazer (*know why*), é o que se deve entender por técnica. Porém, diversos autores, principalmente da área do direito, usam equivocadamente a palavra tecnologia como tradução de *know how*.

Se o detentor de todos os conhecimentos que resultaram numa dada tecnologia transferir para um terceiro apenas as instruções de como fazer um bem ou serviço, este terá absorvido apenas técnica. Assim, o que para um é, intrinsecamente, tecnologia, para o outro pode ser apenas uma técnica. Desse fato, pode resultar grande confusão na compreensão da questão tecnológica. Exemplo disso é a chamada “transferência de tecnologia” que, muito comumente, pode não passar de uma venda, aluguel ou cessão de instruções.

Além das instruções, a palavra técnica é utilizada, também, para o conjunto de regras práticas, puramente empíricas, utilizadas para produzir coisas determinadas, envolvendo a habilidade do executor. Como conseqüência do exposto anteriormente, a tecnologia é entendida, por alguns autores, como o estudo e conhecimento científico da técnica, implicando o emprego dos métodos das ciências físicas e naturais nas suas atividades.

Geralmente, o que se entende por determinada tecnologia, que ao ser empregada resulta num produto ou processo, envolve conhecimentos decorrentes de aplicações das ciências naturais (física, química, biologia, etc...), de conhecimentos ligados a regras empíricas (técnicas) e de conhecimentos oriundos da aplicação da metodologia científica de pesquisa na compreensão e solução de problemas surgidos durante o processo de concepção e/ou produção (denominado por Zagotis, 1987, de “ciências operativas”, que se aproxima do que se poderia nomear como “ciências da engenharia”).

Normalmente, as tecnologias são, também, referidas em correspondência com as diversas etapas de agregação de valor/conhecimentos envolvidas na produção e comercialização de bens ou de serviços. Assim, por exemplo, encontram-se referências à tecnologia de processo, tecnologia de produto, tecnologia de operação, etc.

Além de fator de produção – ao lado do capital, insumos e mão-de-obra – a tecnologia caracteriza-se como uma mercadoria, pois é objeto de operações comerciais, tendo preço e dono. Em conseqüência, trata-se de um bem privado. Para reforçar o argumento da sua condição de mercadoria, basta lembrar que, além de poder ser vendida ou comprada, pode ser alugada, sendo ainda sujeita à sonegação, ao contrabando e ao roubo.

Se a tecnologia é uma mercadoria, um bem privado, é importante a aceitação da sua propriedade pelo sistema econômico. Por se tratar, porém, de um bem intangível, a sociedade criou convenções, normas e instituições específicas a fim de qualificar e proteger a propriedade tecnológica. Na realidade, o aparato legal da propriedade tecnológica, também chamada de propriedade industrial, faz parte do direito mais amplo que é tratado pela propriedade intelectual. A propriedade industrial compreende, basicamente, a proteção de invenções e de modelos de utilidade, de desenhos industriais, marcas, direitos

sobre *softwares*, do uso de indicação geográfica, máscaras de microcircuitos eletrônicos, cultivares, de seres vivos e de outros bens oriundos da criação humana providos de valor comercial. Por oportuno, é bom lembrar que um dos capítulos mais importantes das Relações Internacionais são precisamente as convenções e normas destinadas a regulamentar o comércio internacional de conhecimentos tecnológicos. O exercício da dominação das grandes potências passa pela imposição de uma legislação internacional com vistas ao deslocamento de divisas dos que não têm tecnologia para os que detêm o saber e, adicionalmente, procurando perpetuar essa situação.

Além do seu valor mercantil, a tecnologia tem um valor estratégico cada vez maior, comprovado pelo fato de expressões como “dependência tecnológica”, “neocolonialismo tecnológico”, “exclusão tecnológica” e “autonomia tecnológica” serem cada vez mais correntes nas avaliações políticas, econômicas e militares de nações. Tais expressões indicam a existência de nações que possuem capacidade de desenvolver tecnologias e de nações que não a possuem, e que, portanto, dependem do exterior para o seu desenvolvimento e para a sua própria defesa e segurança.

É importante ainda distinguir-se entre invenção e inovação. Na terminologia da propriedade industrial, a invenção usualmente significa a solução para um problema tecnológico, considerada nova e suscetível de utilização. É patenteável a invenção que atenda aos requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. É patenteável como modelo de utilidade o objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação. Na realidade, milhares de invenções nunca foram patenteadas, e o que pode ser patenteado varia, de certa maneira, de país para país. A invenção é um estágio do desenvolvimento no qual é produzida uma nova

idéia, desenho ou modelo para um novo ou melhor produto, processo ou sistema, cujos efeitos podem ficar restritos ao âmbito do laboratório onde foi originada

Por sua vez, a inovação significa a solução de um problema, tecnológico, utilizada pela primeira vez, compreendendo a introdução de um novo produto ou processo no mercado em escala comercial tendo, em geral, positivas repercussões socioeconômicas.

São rotuladas de inovações incrementais, aquelas que melhoram produtos ou processos, sem alterá-los na sua essência (por exemplo: a evolução do automóvel). São chamadas de inovações de ruptura aquelas que representam um salto tecnológico, e que mudam as características dos setores produtivos nos quais são utilizadas (por exemplo: o laser, o transistor).

A tecnologia é, em geral, produzida e levada à utilização pelo setor produtivo, mediante um encadeamento sistemático de atividades de pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia.

A pesquisa é uma atividade realizada com o objetivo de produzir novos conhecimentos, geralmente, envolvendo experimentação.

Por desenvolvimento experimental entende-se o trabalho sistemático, delineado a partir do conhecimento preexistente, obtido por meio da pesquisa ou experiência prática, e aplicada na produção de novos materiais, produtos e aparelhagens, no estabelecimento de novos processos, sistemas e serviços, e ainda substancial aperfeiçoamento dos já produzidos ou estabelecidos. Na área industrial, o desenvolvimento cobre a lacuna entre a pesquisa e a produção e, quase sempre, envolve a construção e operação de plantas piloto (engenharia de processo), construção e teste de protótipos (engenharia de produto), realização de ensaios em escala natural e outros experimentos necessários à obtenção de dados para o dimensionamento de uma produção em escala industrial.

Os conhecimentos gerados pela pesquisa e desenvolvimento experimental podem exigir diferentes graus de elaboração para chegarem ao mercado como bens ou serviços, ou para serem empregados numa unidade produtiva. Essa elaboração requer os serviços especializados de engenharia, responsáveis pela concepção da produção do bem ou do serviço, pelo estudo da sua viabilidade técnica e econômica, pelo projeto e implantação das instalações físicas e, conforme o caso, pela operação destas.

Em outras palavras, os conhecimentos produzidos pela pesquisa e desenvolvimento experimental têm de ser “engenheirados” – segundo Ary Jones (1990) – para poderem ser utilizados pelo setor produtivo. Assim, para que os conhecimentos gerados pelas universidades, institutos e outras organizações envolvidas em pesquisa e desenvolvimento tenham resultado concreto no setor produtivo (inovação tecnológica), há de se cuidar do estabelecimento de alta competência em “engenheirar”.

## **2 TECNOLOGIA MILITAR**

De acordo com a conceituação normalmente disseminada, a tecnologia militar deve ser entendida como abrangendo apenas os equipamentos e alguns serviços específicos, basicamente os conhecimentos requeridos para a produção de tais serviços. Na realidade, a tecnologia militar deveria compreender, também, o emprego dos bens e serviços de natureza bélica. Em outras palavras, o que se está propondo à consideração e discussão, neste caso, é que, genericamente, também a estratégia, a tática e a conduta militares deveriam ser consideradas, para abordagens acadêmicas, como sendo tecnologias militares. Elas seriam como que as “tecnologias de processo” na condução das guerras e das batalhas. Desse modo, ao se levar em conta a abrangência desejada e coerente com a conceitua-

ção sobre tecnologia em geral adotada na seção anterior, pode-se definir tecnologia militar (TM) como o agregado organizado de todos os conhecimentos – científicos, empíricos, intuitivos –, além de habilidades, experiências e organização, requeridos para produzir, disponibilizar e empregar bens e serviços para fins bélicos, incluindo tanto conhecimentos teóricos como práticos, meios físicos, técnicas, métodos e procedimentos produtivos, gerenciais e organizacionais, entre outros. Esta conceituação, obviamente, merece aprofundamento, embora, aparentemente, não haja incoerência ou conflito com definições consagradas, porquanto no entendimento do Exército brasileiro:

- Estratégia Militar é a arte de preparar e aplicar meios militares para a consecução e manutenção de objetivos fixados pela política nacional (Manual..., 2004)

- Tática é a arte de dispor, movimentar e empregar as forças militares em presença do inimigo ou durante a batalha (Manual..., 2004).

- Conduta do combate são ações previamente planejadas a serem colocadas em execução durante o combate. Um conjunto de procedimentos por meio dos quais o comandante acompanha o desenrolar do combate (estudo continuado da situação), coordena e controla a execução das ações e intervém quando necessário, empregando fogos, modificando a manobra e empregando a reserva (Manual...,2003).

A palavra “arte” utilizada nessas definições foi entendida como “método para bem executar uma obra, segundo certos preceitos... artifício; habilidade; índole; gênio (Dicionário...,1967).

É intensa a discussão a respeito de tecnologia militar de equipamentos, estratégia militar e conceito operacional. Na opinião de alguns analistas (Morse,1975; Evans,1976; Hassler;Goebel,1982) a tecnologia militar materializada em produtos domina os outros dois, pois, ao considerar-se o uso das forças militares, inevitavelmente começar-se-á pelo que é

fisicamente possível. Para esta corrente, todas as estratégias e conceitos operacionais são condicionados pelos equipamentos disponíveis. Em contraposição, estrategistas militares e planejadores tendem a rejeitar o determinismo tecnológico. Segundo esta corrente, deve-se primeiro estabelecer os objetivos militares e depois buscar as tecnologias de bens ou serviços existentes ou desenvolvê-las. Primeiro será preciso decidir, por exemplo, se se deseja adotar uma postura ofensiva ou defensiva, se se quer aniquilar o inimigo ou destruir sua disposição de luta, invadir ou não o seu território. Estas questões, e não os meios, constituem a essência da estratégia militar (Head, 1978).

Freqüentemente, porém, há dificuldades em se identificar quem prevaleceu em casos reais, se as oportunidades tecnológicas ou as demandas estratégicas e/ou operacionais. O que parece existir é uma cadeia de reações, na qual sugestões e demandas, originárias do setor científico e tecnológico ou dos escalões militares, se entrelaçam. Necessidades operacionais estimulam desenvolvimentos tecnológicos de bens e serviços, e estes, por sua vez, produzem outras necessidades ou oportunidades tecnológicas, que novamente afetam a maneira de se pensar a guerra. Este processo pode ter origem em qualquer ponto da cadeia, como, por exemplo, na inadequabilidade dos materiais existentes para o enfrentamento de um potencial conflito.

Na realidade, a questão diante das Forças Armadas não é decidir quem é prevalente, mas a necessidade de uma eficiente integração entre o desenvolvimento tecnológico, a estratégia militar e os conceitos operacionais. Quanto melhor tal integração, mais efetivas as forças militares (Longo, 1986).

Em face da importância estratégica de certas tecnologias militares, a geração, comercialização, difusão e uso das mencionadas tecnologias ocorrem em condições absolutamente especiais. Ao longo dos ciclos de vida das tecnologias e dos

produtos delas resultantes há uma forte presença dos governos nacionais que interferem com imposições regulatórias exercendo sua condição de principal patrocinador e usuário dos produtos, sejam eles tangíveis ou não.

Ao longo da história da humanidade, é difícil encontrar algum desenvolvimento tecnológico relevante que não esteja estreitamente relacionado com as questões inerentes à segurança e defesa, individuais ou coletivas. Inúmeras tecnologias de produtos, de processos ou de serviços desenvolvidas especificamente para atender necessidades militares de defesa acabam sendo utilizadas na produção de bens e serviços de largo e bem-sucedido uso civil. Quando isso ocorre diz-se que houve um *spin off* da tecnologia militar. Um exemplo marcante disso é a internet, originalmente desenvolvida pela *Advanced Research Projects Agency*- ARPA (hoje *Defense Advanced Research Projects Agency*- DARPA) do Departamento de Defesa dos EUA, com o nome de Arpanet que visava, através de uma rede de computadores interligados, assegurar as comunicações em todo território do país mesmo que parte do sistema fosse destruído. Outro exemplo é o *Global Positioning System*, o conhecido GPS. Igualmente, numerosas tecnologias de uso civil são incorporadas ou dão origem a produtos bélicos. Para tais tecnologias, os norte-americanos cunharam o nome de *dual use technologies*. Pode-se definir tecnologia de uso dual (ou duplo) como aquela tecnologia possível de ser utilizada para produzir ou melhorar bens ou serviços de uso civil ou militar. Na realidade, é difícil rotular o que é civil e o que é militar na produção de conhecimentos científicos ou tecnológicos.

Entre as tecnologias militares ou civis, de uso dual ou não, existem tecnologias consideradas sensíveis. Tecnologia sensível é uma tecnologia de qualquer natureza, civil ou militar, que determinado país ou grupo de países considera ser necessário não dar acesso, durante certo tempo, a outros países, hipoteticamente por razões de segurança. Em muitas publicações uti-

liza-se a designação de tecnologia sensível para significar tecnologia de uso dual.

### 3 REVOLUÇÃO EM ASSUNTOS MILITARES (RAM)

Um assunto de profundo interesse relacionado com o desenvolvimento e emprego de tecnologias militares é o que tem sido denominado de Revolução nos Assuntos Militares – RAM (do inglês *Revolution in Military Affairs* – RMA). Segundo Turner (2000), a Revolução em Assuntos Militares pode ser definida como uma grande mudança na natureza da guerra, resultante do emprego de novas tecnologias as quais, combinadas com as dramáticas mudanças na doutrina, nos conceitos operacional e organizacional militares, alteram fundamentalmente o caráter e a conduta das operações militares. Exemplo de RAM foi o desenvolvimento pela Alemanha da *blitzkrieg* antes da Segunda Grande Guerra.

Ainda segundo Turner(2000), a formulação da idéia de revolução na condução das atividades militares em decorrência de inovações tecnológicas não é nova. Foi introduzida por Michael Roberts, em 1956, e o conceito atual de RMA desenvolveu-se, aproximadamente, nos últimos vinte anos, a partir da União Soviética com o trabalho do marechal Nikolai Ogarkov sobre *military-technical revolution*, posteriormente expandido por especialistas norte-americanos.

Conforme se considera, hoje está ocorrendo uma RAM impulsionada pelas tecnologias da informação e comunicação (TIC), cujos benefícios não são originados por tecnologias especificamente militares, mas pela combinação de capacidade de *surveillance*, comando, controle, computação e informação (inteligência) (C<sup>4</sup>I), somada a forças dotadas de armas precisas, integradas num verdadeiro “sistema de sistemas” (Turner,2000). Redes de sensores sofisticados, sistemas de radares, imageamento por satélites, veículos aéreos não tripulados

e aviões “invisíveis” tornaram possível construir uma completa e precisa “fotografia virtual” do campo de batalha (terra, mar e ar) e atacar e destruir uma força inimiga com pouca exposição dos seus meios a riscos. Para funcionar, a RAM pressupõe que Marinha, Exército e Força Aérea rompam as fronteiras operacionais entre si e atuem absolutamente integradas uma vez que o “sistema de sistemas” exige que todos os seus componentes interajam, permanente e instantaneamente, entre si (Turner, 2000). Assim, internamente às Forças Armadas, as conseqüências da atual revolução vão desde a necessidade de alteração das suas estruturas e funcionamento, passando pela maior capacitação intelectual exigida de todos os combatentes e atingindo até os seus orçamentos para pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia (PD&E).

#### 4 CERCEAMENTO

Ao longo da história da humanidade, os detentores de conhecimentos que lhes conferiam vantagens significativas no tocante ao poderio militar sempre tentaram proteger tais conhecimentos do acesso por parte dos seus opositores reais ou potenciais. O cerceamento pode ser explícito ou velado. Condição com tal comportamento, desde a Segunda Guerra Mundial, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico têm praticado, juntamente com seus aliados, o cerceamento explícito de terceiros ao acesso às tecnologias que eles consideram sensíveis. Quando violado, o cerceamento pode ou não ser acompanhado de retaliações principalmente de ordem econômica por parte de países que lideram as restrições.

A primeira organização criada especificamente para coordenar as restrições à exportação de tecnologias sensíveis foi o *Coordinating Committee For Multilateral Export Control* (COCOM) fundado em 1949, destinado a coibir certas transferências para os países comunistas, basicamente a União Soviética.

tica a China e os países do Leste Europeu. Para orientação dos países membros, foram criadas três listas de itens a serem controlados, a saber: *International Industrial List*, *International Atomic Energy List* e *International Munitions List*. Como o COCOM não tinha um aparato legal independente, a implementação das suas decisões dependia da eficiência das leis e da burocracia de cada um dos membros. Os EUA foram sempre os mais ativos em fazer cumprir as proibições, enquanto a França, o Reino Unido e a Alemanha, não raramente, mostravam-se interessados em facilitar as exportações (Grimmett, 2006).

Com o fim da Guerra Fria, a referida organização foi extinta. Por ocasião da sua extinção, em março de 1994, o COCOM era composto por dezessete países industrializados, incluindo os membros da NATO (exceto a Islândia) e mais o Japão e a Austrália.

Em 1996, foi firmado um novo acordo, inicialmente entre 28 países, inclusive a Rússia, com o objetivo de coibir a exportação de armas convencionais e a transferência de tecnologias sensíveis para determinados países. Tal acordo é conhecido como *Wassenaar Arrangement (Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Goods and Technologies)*. Os países signatários do acordo, hoje quarenta, concordaram em controlar a exportação de itens e de tecnologias constantes de uma lista de mais de cem produtos e tecnologia consideradas sensíveis, revista periodicamente, e de uma lista separada referente a munições (Grimmett, 2006).

Particularmente em relação à energia atômica, logo após a Segunda Grande Guerra, começou a ser uma visível preocupação das lideranças mundiais a possibilidade da proliferação do seu emprego para produção de artefatos bélicos de destruição de massa. Talvez mais preocupados em manter a hegemonia de que desfrutavam em âmbito global na área, que compreende aspectos econômicos, militares e políticos, os Esta-

dos Unidos, em 1946, puseram em vigor o *Atomic Energy Act* o qual proíbe a transferência, para o exterior, de quaisquer conhecimentos relativos à energia atômica. Em 1968, graças, sobretudo, ao empenho norte-americano, entrou em vigor o chamado Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP) que proíbe os cinco Estados Nucleares conhecidos na época, China, França, Rússia, Reino Unido e Estados Unidos, de transferirem armas nucleares ou prestarem assistência para a sua aquisição por qualquer outro meio. Adicionalmente, proíbe os Estados Não-Nucleares de receber, desenvolver, produzir ou adquirir armas nucleares. Os Estados Não-Nucleares obrigam-se a assinar um acordo de salvaguardas sobre todo material nuclear por eles utilizado. Segundo definido pelo TNP, os Estados Não-Nucleares são aqueles que não tenham explodido um artefato nuclear até o dia primeiro de janeiro de 1967.

Embora o TNP reconheça os direitos em relação à condução de pesquisas, produção e utilização da energia atômica para fins pacíficos, inicialmente vários países não aderiram ao tratado, entre eles o Brasil. A razão da não adesão era, e continua sendo, o fato do tratado ser assimétrico e discriminatório, pois promove um desequilíbrio de poder e estabelece duas categorias de países: os Nucleares e os Não-Nucleares (Monteleone Neto, 2008 )

Em 1969, entrou em vigor o Tratado de Tlateloco, que proíbe na América Latina e Caribe os testes, a posse, a produção, o uso e a aquisição de armas nucleares. Com a adesão de Cuba, em 2002, a região tornou-se a primeira “Zona Livre de Armas Nucleares”. Em 1991, foi criada a Agência Brasil-Argentina de Contabilidade e Controle de Material Nuclear (ABACC), que possui acordo de salvaguardas com AIEA. O Brasil aderiu ao TNP em 1998. Atualmente, Cuba, Israel, Índia e Paquistão são os únicos Estados Não-Membros do TNP.

Em 1957, havia sido criada a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), como uma organização autônoma

no seio das Nações Unidas, com o objetivo de promover o emprego pacífico da energia nuclear e desencorajar os usos para fins militares. Hoje a AIEA é a instituição que verifica o cumprimento do TNP por parte dos países, mediante inspeções e investigações.

Em 1974, a Índia, até então considerada um país não nuclear, explodiu uma bomba atômica. Deste modo, chamou a atenção para o fato de que a transferência de tecnologia nuclear para fins pacíficos poderia, também, ser empregada com finalidades bélicas. Nesse mesmo ano foi criado o chamado regime do Grupo dos Supridores Nucleares - GSN (*Nuclear Suppliers Group* - NSG), uma associação informal de países que possuem tecnologia nuclear e que procuram contribuir para a não proliferação das armas nucleares. Cada país produz uma relação de materiais e tecnologias nucleares e afins, a partir de lista produzida pelo grupo, a qual estabelece os controles de exportação de acordo com suas legislações nacionais (Monteleone Neto, 2008)

Durante a Guerra Fria, uma preocupação central dos Estados Unidos era com o acesso soviético a tecnologias sensíveis via comércio de certos produtos, com a transferência de tecnologia, com o roubo e a espionagem tecnológicos. Em 1979, o Congresso Norte-Americano aprovou o *Export Administration Act e o Arms Export Control*, estabelecendo mecanismos de controle de exportação de bens de uso bélico, de emprego nuclear e de uso dual. Os itens controlados foram listados. Em 1991, foi adicionada ao *Export Administration Act* uma relação de países – da qual faz parte o Brasil – detentores de projetos de mísseis que causam preocupação aos Estados Unidos,

Na década de 1980, com o objetivo de dificultar e, se possível, impedir a proliferação de vetores de armas de destruição de massa (biológicas, químicas ou nucleares), os membros do G-7, liderados pelos Estados Unidos da América, produziram normas para o controle de exportação de bens e tecnologias de

aplicação em mísseis com capacidade para transportar cargas superiores a 500 quilos a distâncias maiores que 300 quilômetros. Esse trabalho deu origem, em 1987, ao Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis, mais conhecido como MTCR, do inglês *Missile Technology Control Regime* (Santos, 1999). Este regime é uma associação voluntária e informal de países que, com o propósito da não-proliferação de vetores de armas de destruição em massa, estabelecem diretrizes e controles por meio de listas que descrevem os materiais cujas exportações passam a ser objeto de restrições a países interessados em desenvolver mísseis, com as características mencionadas. Tais listas são organizadas por consenso em reuniões anuais do grupo. Contudo, o MTCR não impede que os países membros desenvolvam seus programas espaciais. Estes apenas se comprometem a respeitar as diretrizes em seus processos de exportação e transferência de tecnologia. Na reunião anual realizada em julho de 1992, em Oslo, foi decidida a expansão dos objetivos do MTCR para abranger a não-proliferação de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) para armas de destruição de massa, e flexibilizando a carga de 500 quilos e o alcance de 300 quilômetros. Em 2002, o MTCR foi suplementado pelo Código Internacional de Conduta Contra a Proliferação de Mísseis Balísticos (ICOC), também conhecido como Código de Conduta Hague, o qual se propõe a impedir a proliferação de sistemas de transporte não tripulados, independentemente da carga e do alcance destes sistemas. Com 119 membros, o ICOC atua paralelamente ao MTCR, porém, com maiores restrições. Em outubro de 1995, o Brasil tornou-se membro pleno do MTCR. Nessa ocasião, o Brasil, que já tinha em estágio avançado um programa espacial voltado unicamente para fins pacíficos, explicitou aos membros do regime a intenção de levá-lo adiante, dentro ou fora do âmbito MTCR, com ou sem acesso a transferências de tecnologia do exterior.

Outro exemplo de cerceamento é o *Homeland Security Pre-*

*sidential Directive*, publicado, em 2001, pelo governo dos EUA, que “proíbe certos estudantes estrangeiros de receber educação e treinamento em áreas sensíveis, incluindo áreas de estudo que tenham direta aplicação no desenvolvimento e uso de armas de destruição em massa”. E acrescenta: mesmo que o estrangeiro não seja cidadão dos países discriminados (Cuba, Irã, Líbia, Coréia do Norte, Sudão, Síria, Índia, China, Israel, Paquistão e Rússia), se o seu campo de estudo for, particularmente, em ciência, tecnologia e ou engenharia, deverá ter seu visto submetido ao crivo de *security clearance*, independentemente do seu país de origem. As áreas de estudo consideradas sensíveis constam da *Technology Alert List* (TAL) da qual uma vasta relação em cada um dos seguintes tópicos: munição convencional, tecnologia nuclear, sistemas de mísseis, veículos aéreos não tripulados, aviônicos, navegação e controle de vôo, química, biotecnologia, engenharia biomédica, sensoriamento remoto, reconhecimento de imagens, computação avançada, tecnologia microeletrônica, tecnologia de materiais, segurança de informações, laser, tecnologia de sistemas de energia direcionada, tecnologia de sensores, tecnologia marinha, robótica e planejamento urbano.

Finalmente, em 28 de abril de 2004, os quinze membros do Conselho de Segurança da ONU, do qual o Brasil era um dos cinco membros temporários com mandato de um ano, evitando a submissão da matéria ao Plenário da Assembléia Geral, aprovaram a Resolução 1540.<sup>1</sup> Por ela determina-se que os 191 Estados membros devem abster-se de prover qualquer forma de apoio a atores não-estatais que procurem desenvolver, adquirir, manufaturar, possuir, transportar ou utilizar armas nucleares, químicas e biológicas e seus meios de lançamento. Além disso, todos os Estados, em observância a seus procedimentos nacionais, devem adotar e reforçar leis adequadas e efetivas que proíbam qualquer ator não-estatal de manufaturar, adquirir, possuir, desenvolver, transportar, transferir ou

utilizar armas nucleares, químicas e biológicas e seus meios de lançamento, em particular para propósitos terroristas, bem como tentativas de levar a cabo quaisquer das atividades ora citadas, delas participar como cúmplice, assisti-las ou financiá-las. A resolução ainda reconhece a utilidade da elaboração de listas de controle nacionais efetivas, e convoca todos os Estados membros, quando necessário, a desenvolvê-las. Outra iniciativa da resolução foi a criação de um comitê que pelo período de dois anos se encarregaria do envio de relatórios ao Conselho de Segurança sobre a obediência dos Estados membros a esta resolução. Das determinações da resolução, foram excluídos aqueles países já aceitos, de fato ou de “direito”, no Clube Atômico.

## 5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Por ser a tecnologia militar o assunto central do presente trabalho, enfatizar-se-á na análise, nas considerações e nas conclusões a questão dos investimentos e competência em ciência, pesquisa, desenvolvimento experimental e em engenharia (PD&E), voltada para a geração de inovações tecnológicas em geral e, particularmente, em defesa e segurança.

Como Francis Bacon já afirmara, no final do século XVI, “conhecimento é poder” (Bacon, 1597). Ao longo do tempo, e principalmente a partir do século XIX, tornou-se claro que a capacidade científica associada à capacidade de inovar na geração de bens e de serviços intensivos em conhecimentos científicos passaria a ser fator determinante do poder relativo entre as nações nas suas expressões política, econômica e militar. Tal realidade, que já se delineava claramente por ocasião da Primeira Grande Guerra, cristalizou-se três décadas depois, após o desfecho do segundo conflito mundial. Nos anos seguintes ao término do conflito, ficou patente que a infra-estrutura científica nacional, associada à capacidade em gerar ino-

vações tecnológicas materializadas em bens e serviços globalmente competitivos, poderia constituir-se em vantagens capazes de superar as vantagens comparativas tradicionais entre as nações, quais sejam, extensão territorial, terras apropriadas à agricultura, disponibilidade de matérias-primas, de energia e de mão-de-obra abundante e barata (Longo, 2007). Em outras palavras, a capacidade de agregar valores, principalmente intangíveis, aos seus bens e serviços inovadores é que seria o fator decisivo para o progresso e para o poderio nacional, com conseqüentes reflexos na sua soberania, segurança e defesa.

O exemplo clássico dessa realidade é o Japão. Este país, apesar de possuir um território de apenas 378 mil quilômetros quadrados, ser importador de energia, de matérias-primas industriais e de alimentos e ter mão-de-obra das mais bem pagas do planeta é, mesmo assim, uma potência econômica, graças à sua capacidade tecnológica inovadora, voltada para produtos de alto valor agregado, ricos em conhecimentos cujo valor é significativo em face dos custos das matérias-primas, energia e mão-de-obra. Porém, países como o Japão (por exemplo: Alemanha, Inglaterra, França, Itália) são vulneráveis sob o ponto de vista de poder no âmbito mundial, em face da grande dependência externa principalmente de energia e de matérias-primas industriais.

Diante dessa realidade, tornou-se também claro que países dotados das clássicas vantagens comparativas relativas ao seu território e população e, simultaneamente, de capacidade científica e tecnológica, seriam pouco vulneráveis e tenderiam a constituírem-se em pólos de poder político, econômico e militar em nível mundial. O exemplo comprovador dessa assertiva são os EUA, com seus 9,8 milhões de quilômetros quadrados de território, cerca de 300 milhões de habitantes e liderança incontestada em ciência, tecnologia e inovações.

Evidentemente, a capacidade científica e tecnológica referi-

da nestas considerações não é aquela avaliada isoladamente, mas a que, complementada por medidas de ordem política e econômica, é capaz de gerar e impulsionar um dinâmico setor produtivo primordialmente nacional.

Em contraposição ao caso anterior, países não dotados de notáveis vantagens comparativas de ordem material e humana, e sem capacidade científica e tecnológica, estariam afastados do jogo do poder global e tenderiam a gravitar em torno dos interesses estratégicos de pólos de poder como os EUA ou associarem-se complementarmente às economias do tipo da japonesa. Atualmente, a grande maioria dos países encontra-se nesta categoria.

Finalmente, estariam em situação singular os países dotados de extenso território e população, terras apropriadas para agricultura e pecuária, abundância de matérias primas e de energia, mas ainda periféricos em termos de desenvolvimento científico e tecnológico. Exemplos típicos são o Brasil, a Rússia, a Índia e a China, os chamados BRICs. Suplantada a dependência científica e tecnológica externa e criadas as condições políticas e econômicas favoráveis ao crescimento de setor produtivo nacional e inovador, esses países poderão tornar-se pólos de poder mundial mais provavelmente China, Rússia e Brasil.<sup>2</sup>

Diante da previsão exposta no início deste artigo e do cenário resultante ora descrito, fica clara a importância estratégica da tecnologia e a razão do controle e do cerceamento explícito ou não a que esta é sujeita, seja ela de uso civil, militar ou dual, sensível ou não. Evidentemente, os constrangimentos sobre as tecnologias consideradas centrais para o poderio militar são maiores e, não raramente, direcionados para potenciais competidores ou inimigos. Na realidade, em matéria de tecnologias sensíveis, os países detentores de tais tecnologias não estão dispostos a transferir nem as instruções e muito menos as tecnologias. Permitir acesso a tecnologia militar seria o

mesmo que repassar poder militar.<sup>3</sup> Que país faria isso senão em ocasiões muito especiais?

Embora o cerceamento tenha aparentemente, às vezes, objetivos meritórios ou alvos explicitados, tal procedimento tem sido usado mais amplamente pelos países desenvolvidos no sentido de manterem as vantagens estratégicas não somente militares, mas também comerciais, alcançadas via valiosos conhecimentos dos quais são detentores. A “tríade” que lidera o desenvolvimento científico e tecnológico – EUA, União Européia e Japão – pratica o cerceamento em larga escala, amparada ou não por tratados internacionais os quais, em regras são engendrados por eles e cujos objetivos incluem a preservação da sua hegemonia. Os alvos mais visados pelo cerceamento explícito são variáveis ao longo do tempo, conforme fatores conjunturais que envolvem desde aspectos regionais, a alianças, subserviência ou não, interesses econômicos, etc. Não raro, o cerceamento é acompanhado de ameaças de retaliação política, econômica ou militar.

Inegavelmente, os BRICs são alvo do cerceamento tecnológico de maneira explícita e não explícita por parte da tríade que lidera o desenvolvimento científico e tecnológico, mas com tratamentos e conseqüências bastante distintas.

Apesar dos notórios problemas típicos do chamado Terceiro Mundo que os aflige, e de não competirem significativamente com a tríade em desenvolvimento científico e tecnológico, a Rússia, a China e a Índia não se descuidaram no tocante às questões de segurança e de defesa. Especificamente no referente às tecnologias militares, fizeram – e continuam fazendo –, persistentes investimentos em PD&E, respaldados por políticas governamentais conseqüentes, favorecendo a produção local de material de emprego militar. Como se sabe, os três dominam a tecnologia nuclear para fins bélicos e, adicionalmente, dispõem de mísseis próprios de longo alcance. Assim, compreensivelmente, ora estão alinhados com os cerceados, ora são cercea-

dores. E são tratados de maneira diferenciada pela tríade, dependendo de fatores conjunturais. Por oportuno, cita-se o recente acordo nuclear entre os EUA e a Índia, a despeito desta ter explodido sua bomba atômica, em 1974, à margem do TNP.

E o Brasil? Especificamente em relação às tecnologias militares concernentes a bens e serviços, a situação é, no mínimo, preocupante. Contrariamente aos demais BRICs, o país decididamente não tem se esforçado na área compatível com sua estatura territorial e econômica. Deste modo, não tendo estabelecido uma sólida base científico-tecnológica-industrial de defesa, respaldada por políticas e recursos financeiros condizentes, está dependente do exterior mais do que seria razoável em termos de tecnologias e, conseqüentemente, de material moderno de emprego militar em geral. Deste modo, sente mais o peso do cerceamento tecnológico porque carece de esforço próprio em volume satisfatório. Tal fato resulta em deficiência em recursos humanos, em ausência de interlocutores industriais genuinamente nacionais e na falta de arcabouço regulatório apropriado às peculiaridades do setor. O esforço próprio é fundamental até para ter-se competência quando se decide copiar, comprar e/ou absorver tecnologias de terceiros.

Conforme salientado anteriormente, para as atividades de PD&E é fundamental a ação dos governos nacionais tendo em vista os custos e riscos nelas envolvidos, por serem eles, em geral, os principais usuários dos resultados. Assim, pesquisas, desenvolvimentos experimentais e engenharia são realizados diretamente pelos governos nacionais em centros de pesquisas e em unidades militares, em institutos de pesquisa civis governamentais e em empresas estatais e, fundamentalmente, sob encomenda e contratação, em institutos e empresas privadas. Independentemente do arranjo sistêmico do setor, é imprescindível o estreito entrosamento e complementaridade entre os atores civis, privados e estatais, e os atores militares, situação não verificada no Brasil. No caso do setor privado, o governo

corre o risco financeiro total ou parcial do desenvolvimento, tendo em vista as incertezas inerentes a tais atividades (Longo; Krahe; Marinho, 2001). Pouquíssimas empresas do complexo industrial militar sobrevivem sem encomendas, subsídios e incentivos governamentais. Um exemplo de exceção são as empresas de armas leves de pequeno porte.

Além das óbvias questões de defesa e segurança, os elevados gastos governamentais são parcialmente justificados pelos empregos civis de tecnologias geradas e pelo progresso tecnológico experimentado pelas empresas envolvidas. Este último ponto ocorre porque, em geral, as tecnologias militares não apenas são desafiadoras quanto à criatividade sempre exigida, como são geradas para situações extremas de confiabilidade e de solicitações muito acima daquelas normais nos empregos civis. Ou seja, pressionam por desenvolvimentos nos equipamentos de produção e de testes, em materiais, em controles e exigências de qualidade, que podem colocar as empresas nacionais envolvidas em patamares tecnológicos e de competitividade mais elevados.

Em 2002, o investimento mundial em P&D atingiu 813 bilhões de dólares, com a seguinte distribuição: América do Norte (36,8%), Ásia (30,2%), Europa (28,7%), América do Sul e Caribe (2,2%), Oceania (1,3%) e África (0,6%) (Science..., 2008). Esses dados evidenciam a dramática disparidade existente no desenvolvimento tecnológico entre os continentes, situação impossível de ser revertida em curto prazo. Outra constatação é a concentração dos dispêndios. Dos 813 bilhões, 42% são devidos aos EUA e ao Japão, e 81% se considerados todos os países da OECD.

De acordo com estimativas, entre 10 e 20% dos gastos mundiais em P&D são investidos explicitamente na geração de tecnologia militar. O maior investimento no setor é realizado pelo governo dos EUA. Em 2005, de um orçamento federal de cerca de 132 bilhões de dólares, aquele governo destinou 69,8 bi-

Ihões para P&D em defesa, ou seja, aproximadamente 56,6% do total (Science..., 2008). Na Tabela 1 constam os investimentos governamentais em P&D, totais e para defesa, realizados, em anos recentes, por países selecionados. O Brasil, em 2004, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, investiu em defesa apenas 1,2% dos dispêndios nacionais em P&D. Em 2006, esse valor caiu para 0,86% (Indicadores..., 2006). Pelos dados da Tabela 2 pode-se comparar os investimentos feitos, em 2006, pelo governo federal, em defesa com aqueles efetuados em outros setores. Os dados brasileiros relativos aos investimentos em P&D de interesse da defesa dispensam comentários!

TABELA 1- Investimento governamental em P&amp;D civil e defesa

| País        | Ano  | US\$ milhões<br>paridade poder<br>de compra - PPC) | %     |         |
|-------------|------|--|-------|---------|
|             |      |  | Civil | Militar |
| Alemanha    | 2004 | 17.741,2   | 93,9  | 6,1     |
| Austrália   | 2004 | 3.593,8  | 94,6  | 5,4     |
| Brasil      | 2004 | 7.830,6  | 98,8  | 1,2     |
| Canadá      | 2004 | 6.471,9  | 96,5  | 3,5     |
| Coréia      | 2004 | 7.817,2  | 86,6  | 13,4    |
| Espanha     | 2003 | 7.712,4  | 76,1  | 23,9    |
| EUA         | 2005 | 131.906,1  | 43,4  | 56,6    |
| França      | 2004 | 18.765,8   | 77,3  | 22,7    |
| Itália      | 2001 | 10.318,9   | 96,0  | 4,0     |
| México      | 2001 | 2.140,0  | 100,0 | 0,0     |
| Portugal    | 2004 | 1.358,4  | 98,4  | 1,6     |
| Reino Unido | 2003 | 13.549,5   | 68,1  | 31,9    |

**Fonte:** Indicadores nacionais de C&T. Dotação orçamentária governamental em P&D e participação dos setores civil e de defesa em países selecionados, anos mais recentes disponíveis. MCT. Atualizado em 7/8/2006.

TECNOLOGIA MILITAR: CONCEITUAÇÃO,  
IMPORTÂNCIA E CERCEAMENTO

TABELA 2- Brasil: dispêndios públicos federais em 2006

| <b>Objetivo socioeconômico</b>         | <b>mi R\$ corrente</b> | <b>%</b>      |
|--|------------------------|---------------|
| Ensino superior                        | 4.684,72               | 55,22         |
| Agricultura                            | 1.040,22               | 12,26         |
| Saúde                                  | 873,09                 | 10,29         |
| Pesquisa não orientada                 | 356,20                 | 4,20          |
| Desenvolvimento tecnológico industrial | 346,73                 | 4,09          |
| Infra-estrutura                        | 412,69                 | 4,86          |
| Energia                                | 215,53                 | 2,54          |
| Meio ambiente                          | 109,89                 | 1,30          |
| Espaço civil                           | 158,88                 | 1,87          |
| Não especificado                       | 104,68                 | 1,23          |
| Defesa                                 | 73,33                  | 0,86          |
| Desenvolvimento social e serviços      | 60,00                  | 0,71          |
| Exploração da terra e atmosfera        | 47,54                  | 0,56          |
| <b>Total</b>                           | <b>8.483,48</b>        | <b>100,00</b> |

**Fonte:** Indicadores nacionais de C&T. Execução das despesas orçamentárias do governo federal em P&D, por objetivo socioeconômico, MCT 2000-2007

A seguir são expostos alguns cerceamentos e pressões sofridos pelo Brasil ultimamente por conta de questões relacionadas a tentativas de desenvolvimentos tecnológicos.

Exemplo público e notório é o programa espacial brasileiro, embora vise aplicações civis. Os Estados Unidos têm penalizado o Brasil negando inclusive o acesso a componentes críticos necessários à confecção da nova versão do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). A justificativa, no caso, é a aliança com a China. Como se sabe, o programa CBERS, cujo acordo inicial foi assinado em julho de 1988, foi criado exatamente como resposta brasileira aos cerceamentos tecnológicos, impostos ao país pela sua não adesão ao Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis até aquela data.

Atualmente, empresas nacionais fabricantes de peças para as naves CBERS 3 e 4 têm sido impedidas de importar peças dos EUA ou têm enfrentado grandes dificuldades. Uma empresa de São Carlos, São Paulo, teve de cancelar um contrato de US\$ 45 mil com uma empresa da Califórnia porque o componente comprado não pôde ser embarcado para o Brasil, mesmo depois de ter sido pago. Representantes do governo americano têm expressado contrariedade com a pretensão brasileira de que o Satélite Amazônia-1, de produção 100% nacional, seja lançado, em 2010, a bordo de um foguete chinês. Os EUA temem que, através do Brasil, sejam transferidas à China tecnologias sensíveis, as quais poderiam ser empregadas em equipamentos militares como mísseis balísticos e satélites-espões (Ângelo; Garcia, 2007). Essa, pelo menos, é a versão tornada pública.

Outros embargos têm ocorrido na fabricação e comercialização de aviões militares. Como exemplo, pode-se citar o caso do AMX, avião subsônico de ataque desenvolvido pela Aeromacchi e Alenia, empresas italianas, com a participação da Embraer. Enquanto os aviões da FAB são dotados de dois canhões DEFA 554 de 30 milímetros Giat, os aviões destinados à força aérea da Itália são equipados com um canhão GE M-61 A1 Vulcan de 20 milímetros com seis canos giratórios. Na época da montagem do AMX o governo americano vetou o fornecimento desse equipamento ao Brasil.<sup>4</sup> Outro caso é o recente embargo feito pelo governo dos EUA à venda de aviões Super Tucano à Venezuela. Por utilizar componentes fabricados por empresas americanas, o referido avião produzido pela Embraer está sob a tutela da Lei de Exportação de Armas dos EUA e só pode ser comercializado com a licença do escritório de Indústria e Segurança do Departamento de Comércio daquele país. Entre os itens que equipam a aeronave e que são fabricados por empresas americanas, estariam a hélice e o sistema de visão noturna. A empresa israelense Elbit fornece a chama-

da “aviônica”, da qual fazem parte o computador de bordo e o sistema inercial de vôo, enquanto o motor é fabricado por uma subsidiária da americana Pratt-Whitney do Canadá.<sup>5</sup>

A depender da área de conhecimento envolvida, a geração de tecnologia através de esforço autóctone não garante tranquilidade nem no seu desenvolvimento nem no seu uso. Podem ocorrer pressões externas.

Apesar de ser signatário do TNP e do Tratado de Tlatelolco e, também, ser o único país do mundo a incluir em sua Constituição que o seu desenvolvimento nuclear será exclusivamente para fins pacíficos, em 2004 o Brasil foi envolvido em uma polêmica relacionada com o seu programa nuclear. Em abril, o país foi acusado de impedir o trabalho dos inspetores da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), nas instalações da fábrica de enriquecimento de urânio a ser então inaugurada em Resende, no Estado do Rio de Janeiro. Sob a alegação de proteger de segredos industriais, as autoridades brasileiras estariam impedindo o acesso visual às ultracentrífugas onde é feita a concentração do urânio. A acusação teve profunda repercussão. Tal repercussão trouxe à reflexão e ao debate questões como a soberania nacional e o caráter estratégico da tecnologia nuclear. Segundo se insinuava, o Brasil poderia estar planejando fabricar armas nucleares, escondendo sua intenção com um programa pacífico. Especialistas de centros de estudos privados americanos sugeriam enérgicas medidas por parte do governo dos Estados Unidos para impedir o Brasil de inaugurar a fábrica de enriquecimento ou, no mínimo, que o país permitisse as inspeções planejadas pela agência. Permitir ao Brasil enriquecer urânio e limitar a capacidade de inspeção da AIEA seria prejudicial aos esforços da referida agência, destinados a impedir que Irã e Coréia do Norte agissem da mesma maneira.<sup>6</sup>

Na realidade, a disposição brasileira contrariava a intenção dos Estados Unidos de barrar a disseminação da tecnologia do

enriquecimento de urânio. Em fevereiro, o presidente George W. Bush havia anunciado planos para impedir que países não produtores de combustível nuclear viessem a fazê-lo, como uma forma de evitar a proliferação de material nuclear e a possibilidade de produção de armamentos. Em contrapartida, receberiam combustível para usinas nucleares dos países produtores a preço de mercado. A seguir, o governo dos EUA solicitou que o Brasil rapidamente aderisse ao Protocolo Adicional ao Acordo de Salvaguardas da AIEA, instrumento engendrado para permitir a ampliação do escopo das inspeções da agência, tornando-as mais abrangentes e intrusivas.<sup>7</sup>

Diante da situação, o governo brasileiro reafirmou o direito do país de proteger seus segredos industriais – conforme previsto pelos acordos assinados com a agência – e, portanto, de não permitir inspeções visuais às ultracentrífugas de Resende, já que estas incorporavam tecnologia inovadora desenvolvida autonomamente. Quanto ao protocolo adicional, foi comunicado que o tema não estava na pauta do governo brasileiro.

Na ocasião, o professor de Relações Internacionais do Centro Brasileiro de Estudos Estratégicos (CEBRES), Jorge Calvário dos Santos, afirmou que a pressão sofrida pelo Brasil para autorizar inspeções cada vez mais intrusivas em suas instalações nucleares tinha o intuito de cercear o desenvolvimento tecnológico brasileiro no setor (Enriquecimento..., 2004). Calvário afirmou ainda, muito apropriadamente:

O regime de não-proliferação de armas nucleares, cujo principal ator é a AIEA, deveria ser uma garantia de segurança para todas as nações. Entretanto, não está havendo um tratamento igualitário entre as partes, na medida em que as inspeções, cada vez mais intrusivas, são exigidas apenas dos países que não detêm tecnologia nuclear para fins bélicos. Os países nuclearmente armados são objeto apenas de inspeções voluntárias, cujos termos são previamente negociados. Além disso, estes países pouco têm feito para se desarmar, como está previsto no TNP. Uns estão acima da lei, formulada por eles próprios em nome de todos, e outros têm que cumpri-la. Se você aceita esta desigualdade, cria uma relação de submissão. Se as inspeções não contemplam igualmente a todos, então perdem seu sentido. Os acordos internacionais devem respeitar

## TECNOLOGIA MILITAR: CONCEITUAÇÃO, IMPORTÂNCIA E CERCEAMENTO

o direito de autodeterminação dos países e tratá-los de forma igualitária. Brasil e Argentina, por exemplo, têm acordos de controle de materiais nucleares e de inspeções mútuas que estabelecem uma relação de paridade e confiança entre ambas as partes.<sup>8</sup>

De tudo ora exposto e, principalmente diante da atual dinâmica da geração de inovações e de suas conseqüências, pode-se concluir que a evolução científica e tecnológica continuará no centro das políticas e estratégias governamentais e das decorrentes preocupações com a defesa e segurança nacionais. Tratando-se de tecnologias de defesa e segurança, o caminho óbvio é o desenvolvimento próprio e o uso soberano dos seus resultados. Por conseqüência o mesmo princípio se aplica ao complexo industrial militar.

### REFERÊNCIAS

ÂNGELO, C.; GARCIA, R. CBERS- Space War, EUA barram satélite do Brasil com a China. **Folha de São Paulo**, 22 out. 2007.

BACON, F. **Meditationes sacrae**. Londres: De Haeresibus, 1597.  
BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Indicadores nacionais de C&T, execução da despesa orçamentária do governo federal em P&D por objetivo sócio-econômico**. Brasília, 2000-2007.

\_\_\_\_\_. **Indicadores nacionais de C&T, dotação orçamentária em P&D e participação dos setores civil e de defesa em países selecionados, anos mais recentes disponíveis**. Brasília, 2006.

DICIONÁRIO Mór da língua portuguesa ilustrado. São Paulo: Livro'Mor, 1967. v.1.

EVANS, W.J. The impact of technology on US deterrence forces. **Strategic Review**, Washington, D.C., v.4, 1976.

EXÉRCITO BRASILEIRO, ESTADO-MAIOR. **Manual C 124-1: estratégia**. 4. ed. Brasília, 2004.

\_\_\_\_\_. **Manual C 20-1: glossário de termos e expressões para**

uso no Exército. 3. ed. Brasília, 2003.

GRIMMETT, R.F. **Military technology and conventional weapons export controls**: the wassenaar arrangement. Washington, D.C.: Congressional Research Service, The Library of Congress Order Code RS 20517, 2006.

HASSLER, R.; GOEBEL, H. Uneasiness about technological progress in the Armed Forces. **Military Review**, Kansas, v.62, n.10, p.66, Oct. 1982.

HEAD, R.G. Technology and the military balance. **Foreign Affairs**, New York, v.56, p.548, Apr. 1978.

JONES, A.M. **Serviços de engenharia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1990.

KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana**. São Paulo: ZAHAR/EDUSP, 1980.

LONGO, W.P. Alguns impactos sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. **DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, 2007.

\_\_\_\_\_. **Ciência e tecnologia e a expressão militar do poder nacional**. Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra, 1986. (Trabalho Especial-TE-86).

\_\_\_\_\_. **Conceitos básicos sobre ciência, tecnologia e inovação**. Disponível em: <<http://www.waldimir.longo.nom.br/artigos/T6.doc>>. Acesso em: 01 maio 2008.

LONGO, W.P.; KRAHE, P.R.; MARINHO, V.M.C. Incentivos governamentais não fiscais: estratégia para fomentar a inovação tecnológica. **Cadernos de Tecnologia**, Rio de Janeiro, n.2, 2001.

MONTELEONE NETO, R. "Política, tecnologia e bens sensíveis". Disponível em <[http://www.inovacao.unicamp.br/politifact/integra\\_roque.doc](http://www.inovacao.unicamp.br/politifact/integra_roque.doc)> Acesso em: 26 nov. de 2008.

MORSE, I.H. **New weapons technologies implications for NATO**. [S.l.]: ORBIS, 1975. p.497.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION-NSF. **Science and engineering indicators**. Washington, 2008.

SABATO, J. **Palestra no módulo I do Programa de Treinamento de Administradores de Pesquisa-PROTAP**. Nova Friburgo, RJ: FINEP, 1974.

SÁENZ, T.W.; CAPOTE, E.G. **Ciência. Inovação e gestão tecnológica**. Brasília: CNI/IEL/SENAI/ABIPTI, 2002.

SANTOS, R. O programa de atividades espaciais frente aos embargos tecnológicos. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v.7, p.117-130, out. 1999.

SCHWARCZ, Lília Moritz. **O Espetáculo das Raças: cientistas, instituições e questão racial no Brasil 1870-1930**. São Paulo, Cia das Letras, 1993.

TURNER, Andrew. The impact of RMA on peacekeeping. In: ANNUAL GRADUATE STUDENTS SYMPOSIUM, 3.; CONFERENCE OF DEFENSE ASSOCIATIONS INSTITUTE, 1., Nov. 2000.

ZAGOTTIS, D. L. **Técnica, tecnologia e engenharia: conceituação**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1987. (Notas de Aula).

## NOTAS

---

<sup>1</sup>Disponível em <[www.abin.gov.br/modules/mastop\\_publish/files/files\\_4648a43c4c376.pdf](http://www.abin.gov.br/modules/mastop_publish/files/files_4648a43c4c376.pdf)> Acesso em: 26 de nov. 2007.

---

<sup>2</sup> Resolução 1540. Disponível em: <[http://www.abin.gov.br/modules/mastop\\_publish/files/files\\_4648a43c4c376.pdf](http://www.abin.gov.br/modules/mastop_publish/files/files_4648a43c4c376.pdf)>. Acesso em: 15 de dez. 2007.

---

<sup>3</sup> Idem.

---

<sup>4</sup> Tudo sobre o AMX. Battlefield 2 Brasil. Disponível em: <<http://www.bf2brasil.com/forum/showthread.php?t=40324>>. Acesso em: 20 de jul. 2007.

---

<sup>5</sup> Dependência garantida. Disponível em: <[http://www.defesanet.com.br/intel/crise\\_al\\_57.htm](http://www.defesanet.com.br/intel/crise_al_57.htm)>. Acesso em: 30 de jan. 2006.

---

<sup>6</sup> Enriquecimento de urânio: inspeções nucleares causam polêmica. Brasil Nuclear, Rio de Janeiro, v.11, n.27, set./out. 2004.

---

<sup>7</sup> Idem.

---

<sup>8</sup> Idem.