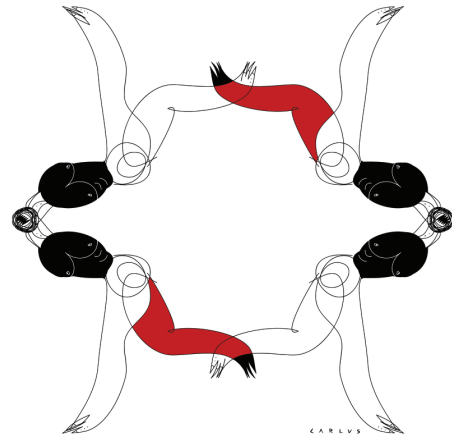


WALDIMIR PIRRÓ E LONGO  
WILLIAM DE SOUSA MOREIRA

# O acesso a “tecnologias sensíveis”

*Os autores expõem as motivações e as bases do cerceamento tecnológico praticado pelos países centrais e a postura brasileira diante dos mesmos. São também apresentadas alternativas utilizadas por empresas e países para contornar o cerceamento. O Brasil se preparou para cumprir tratados internacionais, mas não tem estratégia clara para contornar aquisições relacionadas à sua defesa militar.*

**Palavras-chave:** *Tecnologias sensíveis, Materiais e Tecnologias de Uso Dual, Controle de Exportações, Transferência de Tecnologia, Espionagem Industrial.*



## The access to “sensitive technologies”

*The authors expose the motivations and foundations of the technological restrictions practiced by leading countries and the Brazilian posture in confrontation. The authors also show the alternatives used by companies and countries to get around restrictive practices. While prepared to fulfill international treaties, Brazil, as yet, has no clear strategy for acquiring those technologies related to its military defense.*

**Keywords:** *Sensitive Technologies, Dual Use Materials and Technologies, Export Controls, Technology Transfer, Industrial Espionage.*

---

**Waldimir Pirró e Longo:** Pesquisador do Núcleo de Estudos Estratégicos (NEST) da Universidade Federal Fluminense.

**William de Sousa Moreira:** Professor da Escola de Guerra Naval e doutorando na Universidade Federal Fluminense.

## 1 INTRODUÇÃO

A tradição científica moderna associa conhecimento a poder, pensamento já presente no final do século XVI, como revela a máxima de Francis Bacon (1597) “saber é poder”. Há muito, os detentores de conhecimentos tecnológicos capazes de conferir vantagens de poder tentam protegê-los, de modo a evitar que opositores potenciais deles se apossessem, notadamente conhecimentos que permitam a produção de produtos inovadores de emprego bélico.

Assim é que, desde o final da Segunda Guerra Mundial, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico têm cerceado o acesso de terceiros às tecnologias e produtos que consideram sensíveis. É sabido que numerosas tecnologias de uso civil são incorporadas ou dão origem a produtos bélicos e vice-versa. Para essas, os norte-americanos cunharam o nome de tecnologia de uso dual ou duplo (*dual use technologies*), entendida como aquela que pode ser utilizada para produzir ou melhorar bens ou serviços de uso civil ou militar (LONGO, 2007). Ressalte-se, porém, que é difícil rotular o que é civil e o que é militar na produção de conhecimentos.

Entre as tecnologias militares ou civis, de uso dual ou não, há as que são consideradas sensíveis. Tecnologia sensível é a que um determinado país (ou grupo de países) considera que não deva dar acesso, durante certo tempo, hipoteticamente por razões de segurança. Essas tecnologias dão origem a produtos sensíveis e/ou de uso dual.

Na época da bipolaridade, o objetivo do cerceamento era negar conhecimento ao bloco oponente e manter supremacia tecnológica em áreas estratégicas. A partir do fim da Guerra Fria, com a ascensão de atores não-estatais e das chamadas “novas ameaças”, notadamente o terrorismo e o crime organizado transnacional, parcela substancial das preocupações foi redirecionada para a possibilidade de que armas de destruição em massa (ADM ou “weapons of mass destruction” – WMD) pudessem cair em mãos não-confiáveis. O nível dessas preocupações cresceu muito depois do ataque terrorista aos E.U.A., em 11 de setembro de 2001, gerando a intensificação das imposições restritivas ao acesso a conhecimentos, tecnologias e bens sensíveis.

É justificável o temor de que grupos terroristas obtenham armas nucleares, químicas ou biológicas e seus vetores de lançamento. Os avanços,

nas tecnologias, de materiais, comunicações e transporte, associados à crescente porosidade das fronteiras nacionais criam condições para que esse perigo que preocupa a comunidade internacional em geral – e as grandes potências em particular – seja real.

Embora as práticas de cerceamento tenham se apoiado em objetivos meritórios e/ou alvos definidos, tal procedimento tem sido usado pelos países desenvolvidos no sentido de manter vantagens estratégicas, não somente militares, mas também comerciais, alcançadas graças aos valiosos conhecimentos que detêm por meio de suas empresas. A “tríade” que lidera o desenvolvimento científico e tecnológico – EUA, União Europeia e Japão – pratica o cerceamento em larga escala, amparado ou não por atos internacionais os quais, via de regra, são engendrados pelos mesmos e com objetivos que incluem a preservação da sua hegemonia. Os alvos mais visados pelo cerceamento explícito são variáveis ao longo do tempo, dependendo de fatores conjunturais que envolvem aspectos regionais, alianças, subserviência ou não de certos atores, interesses econômicos etc.. Não raro, o cerceamento é acompanhado de ameaças de retaliação política, econômica ou militar.

## 2 CONTROLE DE TECNOLOGIAS E BENS SENSÍVEIS

Os esforços de controle sobre tecnologias e bens sensíveis, particularmente na área nuclear, deram origem à ampla gama de atos internacionais, arranjos multilaterais e unilaterais, além de agências e sistemas de verificação, que, em última análise, compõem o chamado *regime internacional de não-proliferação* de ADM. A tabela a seguir mostra uma síntese histórica de alguns desses esforços:

Ano	Evento
1946	Entra em vigor nos E.U.A. o Atomic Energy Act (MacMahon Act), que proibia a transferência para o exterior de quaisquer conhecimentos relativos à energia atômica. O ato determinou como o governo poderia controlar e gerir a tecnologia nuclear. Uma das mais significativas decisões contidas no ato foi que o desenvolvimento de armas nucleares e a gestão de energia nuclear deveriam estar sob controle civil. Para esse fim, foi criada a Comissão de Energia Atômica nos E.U.A.

Ano	Evento
1949	Criado o Coordinating Committee for Multilateral Export Controls (COCOM), para coordenar as restrições à exportação de tecnologias sensíveis, com o objetivo de coibir certas transferências para os países comunistas, basicamente a União Soviética, a China e os países do Leste Europeu. Com o fim da Guerra Fria, o COCOM foi extinto em março de 1994, quando era composto por dezessete países industrializados, incluindo os membros da OTAN (exceto a Islândia) e mais o Japão e a Austrália. Foi substituído pelo Wassenaar Arrangement, que entrou em vigor em 1996.
1957	Criada a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), uma organização autônoma no seio das Nações Unidas, com o objetivo de promover o emprego pacífico da energia nuclear e desencorajar seu uso para fins militares.
1969	Entrou em vigor o Tratado para a Proibição de Armas Nucleares na América Latina e o Caribe, ou Tratado de Tlateloco, que proíbe e previne na região o “teste, uso, manufatura, produção ou aquisição por qualquer modo de quaisquer armas nucleares”, além de “receber, guardar, instalar, movimentar ou qualquer forma de posse de qualquer arma nuclear”. Com a adesão de Cuba, em 2002, a América Latina e Caribe tornaram-se Zona Livre de Armas Nucleares e o Tratado de Tlateloco passou a ser considerado modelo para o estabelecimento de tais zonas.
1970	Entrou em vigor o Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP), que havia sido aberto à assinatura em 1968. O TNP proíbe os cinco Estados Nucleares reconhecidos à época – China, França, Rússia, Reino Unido e E.U.A. – de transferirem armas nucleares ou prestarem assistência para a sua obtenção. Os Estados Não-Nucleares foram definidos como aqueles que não tenham explodido um artefato nuclear até o dia 1 de janeiro de 1967. O tratado proíbe os Estados Não-Nucleares de receber, desenvolver, produzir ou adquirir armas nucleares e os obriga a assinar um acordo de salvaguardas sobre todo material nuclear por eles utilizado. A Agência Internacional de Energia Atômica é a instituição que verifica o cumprimento do TNP com inspeções e investigações. Esse tratado pode ser entendido como assimétrico e discriminatório, pois promove um desequilíbrio de poder e estabelece duas categorias de países: os nucleares e os não-nucleares.
1974	Criado o Grupo dos Supridores Nucleares (Nuclear Suppliers Group – NSG). Em 1974, a Índia, até então considerada um país não-nuclear, explodiu uma bomba atômica, chamando 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 regime do NSG, uma associação informal de países que possuem tecnologia nuclear e que procuram contribuir para a não-proliferação de armas nucleares.
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. Em 1991, foi adicionada ao Export Administration Act uma relação de países – da qual faz parte o Brasil – que têm projetos de mísseis que causavam preocupação aos E.U.A..

Ano	Evento
1987	Criado o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR), inicialmente formado pelo Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e E.U.A.. Na década de 1980, com o objetivo de dificultar e, se possível, impedir a proliferação de vetores de armas de destruição em massa, os membros do G7 produziram normas para o controle de exportações de bens e tecnologias de aplicação em mísseis com capacidade para transportar cargas superiores a 500 kg a distâncias maiores que 300 km. Esse trabalho deu origem, em 1987, ao Missile Technology Control Regime (MTCR). Em julho de 1992, foi decidida a expansão dos objetivos do MTCR para abranger a não-proliferação de <i>veículos aéreos não tripulados</i> – VANTs para armas de destruição de massa – e flexibilizando a carga de 500 kg e o alcance de 300 km. 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 dos mesmos.
1996	O Brasil adere ao regime de controle de exportação de materiais nucleares, o Grupo de Supridores Nucleares (NSG). Criado o Wassenaar Arrangement. Considerado o substituto do COCOM, tem o propósito de contribuir para a segurança e a estabilidade internacional, pelo estímulo à transparência e à responsabilidade nas transferências de armas convencionais, bens sensíveis e tecnologias duais, de modo a evitar a proliferação indevida de armas de destruição em massa ou a formação de desequilíbrios de poder militar em certas regiões do mundo. O Brasil não faz parte desse órgão.
1997	Entrou em vigor a Convenção para a Proibição de Armas Químicas (CPAQ), da qual o Brasil é signatário.
1998	Brasil adere ao Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP), em vigor desde 1970.
2001	Estabelecido o Homeland Security Presidential Directive, pelo governo dos E.U.A., que proíbe certos estudantes estrangeiros de receber educação e treinamento em áreas sensíveis, que tenham direta aplicação no desenvolvimento e uso de armas de destruição em massa. As áreas de estudo consideradas sensíveis constam da Technology Alert List (TAL), que compreende uma vasta relação de tópicos, os quais vão desde munição convencional até robótica e planejamento urbano.
2003	Revisada a Technology Alert List (TAL) pelo Departamento de Estado dos E.U.A., que emitiu novas orientações a todo o corpo diplomático norte-americano no exterior, para a aplicação da TAL. Segundo o Departamento de Estado dos E.U.A., os seguintes países apoiam o terrorismo e compõe a “lista crítica”: Cuba, Irã, Iraque, Líbia, Coreia do Norte, Sudão e Síria.
2004	A Resolução 1.540 foi adotada pelo Conselho de Segurança em sua reunião de n. 4956, em 28 de abril de 2004. Por ela, 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.

O Brasil participa de vários desses instrumentos, como: a Convenção para a Proibição do Desenvolvimento, Produção, Estocagem e Uso de Ar-

mas Químicas e sua Destruição (CPAQ); o Grupo de Supridores Nucleares (NSG); a Convenção sobre a Proibição do Desenvolvimento, Produção e Estocagem de Armas Bacteriológicas (Biológicas) e à Base de Toxinas, e sua Destruição (CPAB); Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP); e Regime de Controle de tecnologia de Mísseis (MTCR). Há outros tratados ou arranjos aos quais o Brasil não aderiu, como o Protocolo Adicional ao TNP, o Wassenaar Arrangement, o Grupo da Austrália e o Zanger Committee.

Adicionalmente, a Resolução 1.540 (2004) do Conselho de Segurança da ONU (CSNU) incorporou muitos dos mecanismos restritivos previamente existentes e elevou-lhes o patamar para o nível de resolução aprovada por unanimidade pelos membros do CSNU, chamando a atenção para atos não-estatais. Em setembro de 2009, o Conselho de Segurança, reunido em nível de chefes de Estado, aprovou a Resolução 1.887, reforçando o TNP e concitando os países a endurecerem o controle de exportações, a protegerem os materiais sensíveis e a controlarem o acesso a transferências intangíveis de tecnologia (por mídia eletrônica, e-mail, fax etc.), entre outras medidas.

Há, por fim, regulações e políticas internas unilaterais de países, voltadas para os controles de exportação e transferências de tecnologias e bens sensíveis.<sup>1</sup>

Esse conjunto de atos internacionais e decisões unilaterais serve de base normativa para que um cerceamento seletivo seja posto em prática, a critério dos detentores das tecnologias desejadas. Os países em desenvolvimento são alvos potenciais dessas práticas, pois possuem programas estratégicos que normalmente demandam suporte tecnológico externo.

No caso brasileiro, para atender aos compromissos internacionais assumidos e às próprias necessidades de segurança, foi estruturado um sistema nacional de controle de bens sensíveis, centrado no Ministério da Ciência e Tecnologia e envolvendo diversas instituições nacionais.

O controle de exportação brasileiro foi estabelecido pela Lei 9.112/95. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) é a autoridade nacional brasileira junto à CPAQ e ponto focal junto à CPAB, ao NSG e ao MTCR. O MCT trabalha em conjunto com o Ministério das Relações Exteriores e com outros ministérios, agências e órgãos relevantes. Ademais, preside a Comissão Interministerial de Controle de Exportação de Bens Sensíveis

(CIBES), a qual estabelece as diretrizes para as políticas de controle de exportações. A Coordenação-Geral de Bens Sensíveis (CGBE) é a Secretaria-Executiva da CIBES.

Entretanto, para fazer frente ao cerceamento, não se percebe a existência de um sistema análogo ao de controle de exportações, que seja capaz de integrar os esforços desenvolvidos isoladamente por usuários nacionais interessados em acessar, gerar ou usar tecnologias duais, sensíveis ou não.

### **3 A TECNOLOGIA COMO DIVISOR DE PODER**

São inegáveis as vantagens dos países tecnologicamente avançados. Ao observar a economia mundial nas últimas décadas, Jeffrey Sachs (2000) afirmou que o mundo deixara de ser dividido por ideologias, como na Guerra Fria, para ser dividido pela tecnologia. Segundo aquele autor, podem-se agrupar os países ou regiões em categorias, o que resulta na divisão do planeta em três partes. A primeira, abrigando cerca de 15% de sua população, produz quase todas as inovações tecnológicas existentes; uma segunda, que engloba talvez metade da população mundial, está apta a adotar e adaptar essas tecnologias nas esferas da produção e do consumo; a parcela restante, que cobre por volta de um terço da população mundial, vive marginalizada, sem inovar no âmbito doméstico e sem adaptar tecnologias externas.

Essas regiões tecnologicamente excluídas nem sempre reproduzem o traçado das fronteiras nacionais. Elas abrangeriam áreas como o sul do México, os países andinos, a maior parte do Brasil tropical, a África subsaariana tropical e a maior parte da antiga União Soviética. Na segunda categoria encontram-se o cone sul da América do Sul (Sul e Sudeste do Brasil), parte do México e da América Central, a Península Ibérica, o Leste Europeu, a África do Sul, a Índia, a costa da China, a Coreia do Sul, Taiwan, a Malásia e a Indonésia.

Evidentemente, os países constantes da primeira categoria (basicamente E.U.A., Canadá, Reino Unido, Alemanha, França, Itália, países nórdicos mais Austrália e Japão) dominam o cenário política, econômica e militarmente, estabelecendo “as regras do jogo” e a nova ordem na distribuição da riqueza em nível global. Adicionalmente, os líderes dessa nova

geografia do poder especializaram-se na produção de bens e serviços nos quais é intensiva a agregação de valores intangíveis, minimizando o seu envolvimento na produção de *commodities* e de produtos manufaturados intensivos em energia, matérias primas e mão de obra. No fundo, tornaram-se grandes exportadores de bens intangíveis, basicamente conhecimentos e valores simbólicos.

Vários fatores têm contribuído para manter e aumentar o hiato científico e tecnológico existente entre os desenvolvidos e os demais países: as disparidades econômicas e sociais dos atores envolvidos; a acelerada evolução da ciência e da tecnologia; a intensa competição global, que tende a dificultar a cooperação vertical; e o próprio cerceamento tecnológico.

As tecnologias centrais no atual paradigma de produção, o complexo que René Dreifuss (1997) denominou de “teleinfocomputrônico”, compreendem: microeletrônica, eletrônica digital, informática, telecomunicações, automação e robótica, às quais se devem acrescentar a biotecnologia e, mais recentemente, a nanotecnologia. Todos esses conhecimentos não têm sido difundidos ou dominados pelos países em desenvolvimento na amplitude e profundidade desejáveis. Na realidade, em matéria de tecnologias que consideram sensíveis, os países detentores não estão dispostos a transferir nem as instruções e técnicas de produção (*know how*) e muito menos os conhecimentos que permitiram gerá-las (*know why*).

Nesse contexto, os países que formam os chamados BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) são alvo de cerceamentos por parte da tríade que lidera o desenvolvimento científico e tecnológico, mas com tratamentos e consequências distintas. Apesar dos problemas típicos do “terceiro mundo” que os afligem e de não terem como competir mais seriamente com os países do topo, a Rússia, a China e a Índia, contrariamente ao Brasil, não se descuidaram de questões de segurança e defesa. Especificamente no que diz respeito às tecnologias militares, fizeram e continuam fazendo persistentes investimentos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia (PD&E), respaldados por políticas governamentais consequentes, favorecendo a produção local de material de emprego militar. Os três dominam a tecnologia nuclear para fins de defesa e, adicionalmente, dispõem de mísseis de longo alcance desenvolvidos autonomamente. Assim sendo, ora estão alinhados com os cerceados, ora são cerceadores, sendo tratados de maneira diferenciada, dependendo de fatores conjunturais. Por



oportuno, cita-se o recente acordo de cooperação nuclear entre os E.U.A. e a Índia, apesar de essa ter explodido a sua primeira bomba atômica em 1974, à margem do TNP.

Naturalmente, em meio à conjuntura descrita, indivíduos, grupos não-estatais e Estados, esses por meio de empresas ou instituições, buscam o domínio de tecnologias de alto valor comercial ou estratégico, de uso civil ou duplo, rotuladas de sensíveis ou não. Nessa busca, tentam encontrar caminhos alternativos que contornem as barreiras levantadas ao seu acesso. Por outro lado, os países potencialmente vendedores devem fazer cuidadosas avaliações da relação custo-benefício de não vender, pois, no sistema internacional, tende a predominar a lógica comercial e deixar de vender pode representar ceder mercado.

#### **4 O DILEMA DAS POTÊNCIAS: VENDER OU DENEGAR?**

Nos últimos anos, as potências posicionadas no topo da pirâmide científico-tecnológica vivem, não raro, uma espécie de dilema relacionado à transferência de tecnologias sensíveis ou duais que é, ao mesmo tempo, político-estratégico e econômico-comercial: *vender (transferir)* ou *não vender (denegar)*? (BECK, 2003)

As limitações dos países em desenvolvimento para garantir a segurança das tecnologias sensíveis os tornam alvos preferenciais de terceiros Estados ou de atores não-confiáveis que buscam tais conhecimentos, pela via indireta, para fins condenáveis. Trata-se, pois, de uma questão de confiança.

Os detentores de tecnologias os quais se negam a vendê-las deixam de alcançar o retorno social que poderiam obter para os maciços investimentos públicos que financiaram a PD&E dos produtos resultantes. Naturalmente, sob lógica utilitária, formam-se importantes pressões políticas que, com base nos setores industriais afetados, atuam no sentido de aumentar a participação nesses bilionários mercados. Há os que afirmam que a negação da venda/transferência de tecnologias de defesa para aliados potencialmente confiáveis gera pouco a ganhar e muito a perder (FA-RKAS, 2007).

Ademais, no mundo real, nem sempre se pode assegurar a eficácia das práticas de cerceamento ou, mais precisamente, de controle da transfe-

rência de tecnologias e bens sensíveis (BONOMO, 1998). Países que se dispuserem a obter determinadas tecnologias sensíveis buscarão alternativas como, por exemplo, recorrer a fornecedores concorrentes. Poderão ainda lançar mão de métodos heterodoxos, à margem do Direito Internacional ou, ainda, partir para o desenvolvimento próprio. As bombas atômicas indiana, paquistanesa, norte-coreana e o programa nuclear iraniano são apenas algumas das provas dessa possibilidade.

No mundo globalizado, em que a interdependência tende a se ampliar, será cada vez mais difícil manter o controle estrito sobre tecnologias, que estarão cada vez mais distribuídas pelos países. A título de exemplo, o tanque Abrams, usado pelo Exército dos E.U.A., utiliza um canhão alemão e uma blindagem britânica (FARKAS, 2007). Aviões produzidos pela Embraer possuem um percentual de nacionalização relativamente baixo, demandando importações de componentes que têm produção distribuída por diversos países. Trata-se, pois, de uma tendência na qual ganha força o apelo econômico-comercial dos projetos estratégicos, afinal, a base industrial de defesa de um país é responsável por uma massa substancial de bons empregos.

Isso explica, em boa medida, a acirrada disputa em mercados de venda de armas. Nesse contexto, um exemplo emblemático é o acordo França-Brasil, assinado por ocasião das visitas do presidente Nicolas Sarkozy ao Brasil em dezembro de 2008 e setembro de 2009. O acordo de cooperação com o Brasil na área militar envolve contratos da ordem de bilhões de euros,<sup>2</sup> abrindo a perspectiva de transferência de tecnologia de ponta para o país se capacitar a projetar e construir submarinos convencionais e, numa segunda fase, com propulsão nuclear. Esse fato foi celebrado pela DCNS, pois se trata de um dos maiores contratos já efetuados pela empresa francesa, a vigésima quinta no *ranking* mundial das indústrias de defesa.<sup>3</sup> A contenda entre fabricantes da França, E.U.A. e Suécia para a venda de aviões de caça à Força Aérea Brasileira também poderia servir de exemplo.

Essas considerações revelam uma interessante alternativa para fazer frente ao cerceamento tecnológico em áreas estratégicas, que seria a exploração desse dilema “vender ou não vender” e, em função das circunstâncias, adotar uma oscilação pendular no mercado internacional de tecnologias e bens sensíveis, de modo a extrair as melhores relações custo-benefício. Adicionalmente, procurar alianças com fornecedores alternati-

vos, principalmente entre os países constantes da segunda categoria no trabalho de Sachs (2000). Em qualquer dos casos, a efetiva absorção da tecnologia transferida não é algo trivial. Demanda capacitação e disposição de ambas as partes, como será abordado a seguir.

## 5 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

As razões que levam os governos e as empresas a procurarem soluções para problemas por meio de transferência/importação de tecnologia são ponderáveis, pois a compra, em princípio, resulta em inúmeros benefícios de curto prazo se comparada com um possível esforço de desenvolvimento próprio. Entre as principais vantagens destacam-se: a tecnologia escolhida e a ser adquirida já está testada e em uso com sucesso; o risco tecnológico é mínimo ou inexistente; há pouca ou nenhuma demanda por investimento em PD&E; é possível a implantação em curto prazo; há possibilidade de pagamento posterior aos custos da operação, a partir das vendas; acesso a financiamentos e a incentivos governamentais; há o aporte de marca do cedente, normalmente bem conhecida; o risco comercial é menor tendo em vista, por exemplo, o consumo imitativo; e, por fim, uma tecnologia consolidada desencoraja competidores.

Optando-se pela rota da transferência de tecnologia por meio de contrato independente ou associado à compra de produto com cláusula de contrapartida (*offset*), com fornecedores de países líderes do desenvolvimento tecnológico, é preciso ter presentes algumas características desse processo.

A tecnologia é um fator de produção, ao lado do capital, trabalho e matérias-primas, e comporta-se, também, como mercadoria, pois tem valor próprio no mercado. Consequentemente, está sujeita a transações legais e ilegais, como compra, venda, sonegação, cópia, falsificação, roubo e contrabando (LONGO, 1987). Porém, ao contrário do que ocorre normalmente com outras mercadorias, a tecnologia não é exaurível pelo uso, isto é, uma vez criada, pode ser utilizada, simultaneamente, por diferentes empresas ou indivíduos. Quanto mais usada, mais ela se aperfeiçoa.

Comportando-se como um bem econômico, naturalmente, cada tecnologia é única e indivisível e seu preço, ao contrário de outros bens, não é um preço unitário. O seu valor no mercado mundial geralmente é alto de-

vido, principalmente, a levados custos de produção e a grande demanda. Sendo conhecimento e, portanto, intangível, ela é objeto de conceitos jurídicos e legislações especiais, que regulam a chamada propriedade intelectual. Uma de suas subdivisões é a propriedade industrial, que compreende, por exemplo, as marcas, as patentes e os desenhos industriais.

A tecnologia pode apresentar-se sob forma implícita ou explícita conforme esteja ou não incorporada a bens e serviços. A tecnologia explícita é objeto de comércio direto que se faz, em geral, por meio de aquisição de direitos (licença para fabricação ou para utilização de patentes e marcas) e de contratação de serviços (elaboração de projetos, serviços de engenharia e assistência técnica).

O comércio internacional de tecnologia explícita, normalmente regulamentado e controlado pelos governos nacionais, é genericamente considerado como uma operação de transferência de tecnologia. Na realidade, os contratos comerciais podem ou não propiciar uma verdadeira transferência dos conhecimentos do vendedor para o comprador. Na maioria dos casos, tais contratos firmados entre empresas envolvem na realidade uma simples *“venda ou aluguel de instruções”*, na qual, quase sempre, o vendedor não transfere os conhecimentos que geraram as instruções.

O fato é que a verdadeira transferência só ocorre quando o receptor absorve o conjunto de conhecimentos que lhe permite inovar, isto é, quando o comprador domina os conhecimentos envolvidos a ponto de ficar em condições de criar nova tecnologia (LONGO, 1987). Um contrato bem negociado, associado à disposição do detentor da tecnologia em efetivamente cedê-la, pode resultar em verdadeira transferência. Como a tecnologia tem no homem o seu único recipiente, a efetiva transferência se dá por um processo de pergunta, por quem não sabe, e resposta de quem sabe, até a total compreensão por parte de quem perguntou. Assim, para que a verdadeira transferência ocorra é preciso que o vendedor se disponha a ceder seus conhecimentos e que o comprador tenha equipe técnica capacitada.

Em geral, o receptor, à medida que absorve os conhecimentos, vai ficando em condições de adaptar a tecnologia adquirida às condições locais, para em seguida aperfeiçoá-la e, finalmente, inová-la. Sob o ponto de vista do país como um todo, os conhecimentos absorvidos deverão ser difundidos internamente para que produzam efeito multiplicador e propiciem um progresso tecnológico de características amplas. Assim, pode-se

dizer que são etapas da efetiva transferência de tecnologia: a absorção, a adaptação, o aperfeiçoamento, a inovação e a difusão.

Via de regra, os mais aptos a absorver tecnologias são os que estão acostumados a gerá-las, devendo a simples compra ser uma atividade adicional ao esforço próprio (POLITZER e ARAOZ, 1975). A transferência real de tecnologia é um problema de magnitude para os países em desenvolvimento e de aplicabilidade duvidosa quando envolve tecnologias sofisticadas e prazos exíguos para absorção. Normalmente, quando são divulgadas compras de tecnologia no exterior e apontadas suas vantagens, são omitidos comentários a respeito das cláusulas restritivas existentes nos contratos, principalmente comerciais. As restrições são mais agudas no caso de tecnologias de interesse militar.

Como alternativa à importação de tecnologia, merecem atenção programas mobilizadores das potencialidades existentes no próprio país.

## **6 PROGRAMAS MOBILIZADORES**

A criação de “programas nacionais mobilizadores” pode ser uma alternativa viável para fazer frente ao cerceamento tecnológico em áreas estratégicas. Nesses casos, eles podem ser projetados e executados para gerar capacitações próprias e eliminar vulnerabilidades existentes.

Na ótica governamental, mobilizar significa “arregimentar para uma ação política”, visando a “mover” todos os meios necessários para atingir os objetivos dessa ação (LONGO, 2005). Tratando-se de programas governamentais, são “mobilizadores” aqueles que têm a capacidade de arregimentar, aglutinar, organizar e pôr em movimento o potencial disponível numa ação política, visando ao desenvolvimento social, econômico e/ou militar do país.

Evidentemente, a ação governamental pode visar, por meio de programas dessa natureza, à absorção, ao aperfeiçoamento, ao uso ou à geração de conhecimentos empíricos, intuitivos, científicos ou tecnológicos que resultem em produtos, processos, sistemas ou serviços, preferencialmente novos ou substancialmente melhorados, essenciais para o atendimento de seus objetivos.

Assim, um programa mobilizador é, em geral, composto por um conjunto articulado de projetos de pesquisa básica, pesquisa aplicada, de de-

envolvimento experimental e de engenharia, que culmina com a produção. Deve ser conduzido, cooperativamente, por empresas, órgãos governamentais, universidades, centros e institutos de pesquisa, e outros atores da área científica e tecnológica e do setor produtivo.

Pode-se afirmar que o rápido desenvolvimento tecnológico nos campos de energia nuclear, aeronáutica e espaço, biomedicina, semicondutores, computação e telecomunicações, entre outros, foi resultante de ações programáticas financiadas e coordenadas por governos (PIMENTA-BUENO e OHAYON, 1992).

Na realidade, o uso de programas mobilizadores voltados para avanços científicos e tecnológicos para estimular inovações de ruptura ou incrementais (LONGO, 2005), tanto de produtos como de processos, deu-se em larga escala durante a Segunda Guerra Mundial. Porém, não foi somente a partir desse conflito que passou a ocorrer a mobilização dos meios científicos e tecnológicos nacionais para superar hiatos tecnológicos e alcançar vantagens estratégicas.

No século XIX, a estreita inter-relação entre ciência e inovações tecnológicas já estava delineada e, por ocasião da Primeira Grande Guerra, os cientistas foram envolvidos no esforço bélico em ambos os lados beligerantes. No entanto, após aquele conflito, a ligação fomentada entre a capacidade científica e tecnológica com as necessidades governamentais perdeu força, exceto na Alemanha e na Rússia. Em ambos, ideologias deram contornos mais fortes a tal ligação, ainda voltada para razões bélicas. O fato é que, ao eclodir a Segunda Guerra Mundial, a comunidade científica e tecnológica alemã já estava mobilizada, há algum tempo, e engajada em programas de desenvolvimentos de inovações de emprego primordialmente militar.

Durante a Guerra, nos países Aliados contra o Eixo, o potencial científico e tecnológico foi também mobilizado, principalmente nos E.U.A. e na Inglaterra, além da Rússia, como anteriormente mencionado. A intervenção do Estado, principalmente por intermédio das Forças Armadas, deu resultados extraordinários em ambos os lados. Houve a aceleração do uso dos conhecimentos científicos para a geração de tecnologias e a passagem dessas à produção em escala industrial. Exemplo marcante foi o Projeto Manhattan, que resultou no desenvolvimento, pelos E.U.A., da primeira bomba atômica.

Enquanto mobilizados pelo esforço de guerra, os cientistas e os engenheiros trabalharam não somente para produzir equipamentos bélicos, mas envolveram-se também, com sucesso, na análise dos seus usos táticos e estratégicos, na logística, na estatística aplicada e no aperfeiçoamento das técnicas organizacionais e de tomada de decisão pelos estados-maiores.

Os avanços científicos e tecnológicos alcançados foram decisivos para o desfecho do conflito e para a redistribuição de poder em âmbito mundial. Ademais, durante e após a Segunda Guerra Mundial, os resultados das pesquisas conduzidas para fins militares tornaram-se fontes de valiosas tecnologias e inovações de elevado valor agregado e vasto uso civil, como aviões a jato, computadores, aparelhos de comunicações, energia nuclear, novos materiais etc..

Desse modo, ciência e tecnologia passaram à categoria de preocupação política central nos países mais desenvolvidos. Governos ampliaram a atuação do Estado nesse campo por meio de políticas públicas específicas, com a criação de órgãos especializados de apoio, mecanismos e procedimentos facilitadores, incentivos e suporte financeiro. Pode-se afirmar que os E.U.A. tornaram-se o modelo paradigmático desse processo.

No tocante a “programas mobilizadores” brasileiros (PIMENTA-BUENO e OHAYON, 1992), pode-se citar, como exemplo, o bem-sucedido Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), criado em 1975, que teve repercussão internacional, colocando o país em destaque quanto ao uso de combustíveis de fontes renováveis. Outros “programas mobilizadores” nacionais podem ser considerados relevantes e atingiram diferentes graus de sucesso, como: 1) aquele que tornou viável a implantação e consolidação da indústria aeronáutica nacional, conduzido competentemente pela Força Aérea Brasileira; 2) aquele que, capitaneado pela empresa estatal Petrobras, levou o Brasil a explorar petróleo em águas profundas de sua zona econômica exclusiva (ZEE); e 3) o programa nuclear brasileiro, voltado para o domínio do ciclo do combustível, envolvendo a Marinha do Brasil, e para a geração de energia núcleo-elétrica. Os programas nacionais apresentam uma característica comum: forte presença do Governo Federal, desde o financiamento até a execução feita ou liderada por entidades federais, como as empresas estatais e as Forças Armadas.

Examinando-se programas mobilizadores, verifica-se que alguns poucos ingredientes foram decisivos para o sucesso, além, evidentemente, das inequívocas competências específicas encontradas em cada caso. Tais ingredientes conduzem a algumas recomendações.

Em primeiro lugar, o programa deve ser criado de cima para baixo, ou seja, deve envolver o comprometimento dos altos escalões do governo. Em outras palavras, deve traduzir uma vontade política e, portanto, estar ou ser inserida na grande estratégia do país. Se a origem do programa for resultante, unicamente, do voluntarismo das comunidades científica, tecnológica e/ou empresarial, as possibilidades de sucesso serão menores. Estará também fadado ao insucesso se envolver apenas parte dos altos escalões que deveriam estar comprometidos.

Em segundo lugar, a mobilização não pode se restringir unicamente aos meios humanos e materiais dessas áreas, ou seja, apenas aos meios das instituições públicas e privadas envolvidas. Deve sim utilizar todo o potencial nacional complementar e facilidades julgadas necessárias a cada caso, tais como: serviços públicos à disposição com canais burocráticos previamente agilizados e priorizados, recursos financeiros adicionais específicos, legislação apropriada (quando for o caso), incentivos de diferentes naturezas (fiscais e não-fiscais), facilidades alfandegárias etc..

Em terceiro lugar, obviamente, ter garantida a continuidade necessária, tanto no que tange à condução na esfera política como na manutenção apropriada e tempestiva de recursos humanos, financeiros e materiais.

Finalmente, diante de inúmeros programas governamentais passíveis de serem rotulados de mobilizadores, surge a questão inevitável da priorização. Essa deve levar em conta a essencialidade e/ou importância relativa dos programas em questão. Em se tratando de conhecimento científico, tecnológico ou inovação, essencial é o que é indispensável, fundamental, pois a ausência ou deficiência de seu domínio terá reflexos negativos em amplas áreas de conhecimentos correlatos ou em grandes interesses econômicos, sociais ou militares. Por sua vez, a importância refere-se à abrangência relativa dos programas, no tocante aos seus possíveis impactos na sociedade, na economia e na defesa.

Vistos a transferência de tecnologia e os programas mobilizadores, outras alternativas para contornar o cerceamento tecnológico podem ser observadas nas práticas dos atores do sistema internacional, como a engenharia reversa e a cópia.



## 7 ENGENHARIA REVERSA E CÓPIA

As atividades de engenharia estão presentes nas Forças Armadas e em todo o setor produtivo: nas fábricas, canteiros de obras civis habitacionais e de infraestrutura, universidades, laboratórios científicos, centros de pesquisas tecnológicas, transportes, geração de energia, comunicações, produção de alimentos, entre outros empreendimentos. A engenharia está, também, nos vários objetos que usamos no nosso dia a dia.

Uma boa ideia gerada pela intuição ou por conhecimento produzido por pesquisa pode exigir diferentes graus de elaboração para chegar ao mercado como um bem (tecnologia de produto), como serviço ou para ser empregada numa unidade produtiva (tecnologia de processo). Essa elaboração exige serviços especializados de *engenharia*, responsáveis pelo desenvolvimento experimental, concepção da produção do bem ou do serviço, estudo de sua viabilidade técnica e econômica, projeto, implantação das instalações físicas e, conforme o caso, pela operação, produção, manutenção e assistência técnica.

Em outras palavras, os conhecimentos teóricos, empíricos ou intuitivos, como aponta Ary Jones (1990), têm de ser “*engenheirados*” para ser utilizados pelo setor produtivo. Assim, para que os conhecimentos gerados pelas empresas, indivíduos, universidades, institutos e outras organizações tenham resultado concreto no setor produtivo, sob a forma de inovação tecnológica, há que se cuidar do desenvolvimento de alta competência em “*engenheirar*”. Isso porque a engenharia faz a ponte entre a pesquisa e a produção, entre a invenção e a inovação. Sem engenharia competente, o esforço inventivo e o esforço despendido em pesquisa não resultarão em produtos, processos ou serviços úteis para a sociedade.

A engenharia pode ainda ser definida como o trabalho que transforma especificações em produtos, processos de produção ou serviços que as satisfazem. Assim, em conformidade com tal conceituação, a *engenharia reversa* (ER) pode ser entendida como um processo que parte do produto, sistema de produção ou serviço pronto, analisa-o de trás para frente, a partir de suas externalidades materiais, na busca por compreender o funcionamento e inferir especificações e parâmetros que originaram seus resultados.

A ER tem por objetivo acessar, descobrir e absorver a maior parte possível dos conhecimentos utilizados na produção do bem, processo ou serviço, não devendo ser confundida com a cópia. O que se pretende com a ER é igualar-se tecnologicamente ao produtor e, assim, ficar em condições de gerar autonomamente um produto, processo de produção ou serviço que atenda às suas necessidades específicas. A cópia visa simplesmente a reproduzir o produto, processo ou serviço, sem necessariamente preocupar-se em tentar deduzir os parâmetros dos projetos e as especificações originais dos mesmos.

A cópia e a ER têm suas origens na corrida tecnológica comercial e militar e têm sido largamente utilizadas para contornar cerceamentos tecnológicos. Não são, em si, atos ilegais, mas, dependendo do que se faça com o produto da cópia ou com os conhecimentos oriundos da ER, pode-se violar o direito de propriedade industrial.

Quando um novo equipamento é lançado no mercado ou no campo de batalha, é comum os competidores comprarem ou utilizarem-se de outro método para obter o produto e aprender como funciona e como foi fabricado, identificar materiais empregados, especificações e parâmetros de projeto, limitações e inovações. Quando não é possível comprar o equipamento diretamente do produtor, como normalmente ocorre em mercados mono ou oligopolizados e no caso de produto bélico, alguns cerceados utilizam-se de expedientes não-ortodoxos para se apropriarem do produto a ser copiado ou “reversamente engenheirado”. Nesse caso, pode-se cair na área cinzenta entre a legalidade e a ilegalidade.

No caso de se desejar fazer ER de um processo produtivo, geralmente contendo *trade secrets*, certamente ter-se-á que utilizar métodos de espionagem para acessar plantas, especificações, manuais e dados operacionais da instalação industrial. Conforme será exposto adiante, a espionagem é um ato ilegal.

Finalmente, é preciso ter presente que a ER é um processo difícil, normalmente demorado e caro, exigindo equipe tão competente quanto aquela que projetou e produziu o produto, processo ou serviço.

Um exemplo antológico de ER ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial. Em 1944, um avião B-29 que tinha bombardeado o Japão e ficado danificado, sem possibilidade de retornar à base, dirigiu-se a território russo para pedir auxílio. Embora a Rússia fosse aliada dos E.U.A. e o seu

principal apoio internacional, a tripulação americana foi aprisionada e a aeronave confiscada. Stalin chamou os seus mais experientes técnicos, à frente dos quais se encontrava Andrei Tupolev, e ordenou que a aeronave fosse duplicada no prazo de três anos. Daí resultou o Tupolev Tu-4, tendo sido replicados todos os seus componentes.<sup>4</sup>

Outro exemplo é o míssil ar-ar K-13 (chamado de AA-2 Atoll pela OTAN) desenvolvido pela URSS por ER, entre 1958 e 1960, a partir de um míssil AIM-Sidewinder. Durante uma batalha aérea, em 1958, um míssil AIM-Sidewinder disparado por um caça Sabre F-86 taiwanês atingiu um MIG-17 chinês e não explodiu. O míssil ficou preso na fuselagem do MIG que regressou à sua base, possibilitando que engenheiros soviéticos absorvessem importantes conhecimentos sobre guiagem por infravermelho.<sup>5</sup>

Como citado anteriormente, dependendo do valor de um bem sensível e do poder que representa, um Estado ou empresa poderá ser tentado a empregar recursos mais ousados, como a espionagem, para obter o material em questão ou as tecnologias correspondentes.

## **8 ESPIONAGEM TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL**

Considera-se *espionagem* a ação clandestina pela qual um agente estatal, indivíduo isolado ou grupo de indivíduos, apodera-se de informações consideradas secretas ou confidenciais sem a permissão dos detentores das mesmas.

Ela não é uma atividade recente na História da humanidade, sendo encontrados rastros da sua existência há milênios. Praticava-se espionagem no Egito na época dos faraós, nas dinastias chinesas, no Império Romano, na Idade Média etc.. Por volta de 500 a.C., Sun Tzu registrou em sua obra, a “Arte da Guerra”, a importância do uso de espionagem para a obtenção de inteligência militar.

Entre agentes privados, a espionagem é uma atividade ilegal e, portanto, sujeita aos rigores das leis. Quando praticada por agentes estatais, a coisa se complica. Embora se puna o agente que pratica espionagem contra o país, esse último prepara e sustenta espiões que vão agir contra os outros – ou seja, a atividade é tratada como ilegal somente quando o país é alvo dela.

Principalmente no que diz respeito aos agentes estatais, a espionagem teve papel de destaque durante a Segunda Guerra Mundial, mas foi durante a Guerra Fria que ela se expandiu e ganhou notoriedade. Naquela época, as duas superpotências e seus aliados buscavam avidamente informações que lhes propiciassem vantagens estratégicas no cenário conflituoso reinante. Embora os serviços secretos europeus também estivessem ativos durante o período da Guerra Fria, as duas grandes agências de informações e espionagem eram a CIA (*Central Intelligence Agency*), dos E.U.A., e a KGB (*Komitet Gosudarstvennoy Bezopasnosti*, ou seja, *Committee for State Security*), da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Em 1949, havia sido criado o *Coordinating Committee For Multilateral Export Control* (COCOM), primeira organização direcionada especificamente para coordenar as restrições à exportação de tecnologias sensíveis, que visava a coibir certas transferências para os países comunistas, basicamente a União Soviética, a China e os países do Leste Europeu. Para a 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. As decisões do COCOM dependiam da eficiência das leis e da burocracia de cada um dos membros, sendo que os E.U.A. foram sempre os mais ativos em fazer cumprir as proibições. Com o fim da Guerra Fria, o COCOM foi extinto.

Diante da superioridade científica e tecnológica por parte dos países da OTAN, e do cerceamento tecnológico imposto pelos mesmos, a URSS resolveu contornar esses óbices por meio de atividades de espionagem em larga escala, direcionadas em grande parte para a chamada *espionagem industrial*.

A *espionagem industrial* é a ação de agente estatal, indivíduos ou grupos de indivíduos que, no interesse próprio ou de terceiros, objetiva apoderar-se de bens sujeitos a restrições de acesso, ou apoderar-se de informações confidenciais ou secretas nas áreas comercial, financeira, tecnológica e industrial, à revelia dos seus detentores. Para atingir seus objetivos, utiliza-se de ações legais ou ilegais, recrutando e/ou subornando funcionários ou ex-funcionários, infiltrando agentes, interceptando comunicações de toda espécie, penetrando em computadores, chantageando, roubando documentos e equipamentos etc..

Segundo Perle (1985), a KGB e as organizações do Leste Europeu envolvidas em ciência e tecnologia passaram a ter um papel importante no esforço coordenado de negociar, copiar e roubar tecnologia. Órgãos como o Comitê do Estado Soviético para Ciência e Tecnologia negociavam acordos de cooperação de governo a governo, que facilitavam o acesso às tecnologias desejadas. Por meio de ações legais e ilegais, a URSS conseguiu apossar-se de tecnologias ocidentais consideradas críticas para a defesa, particularmente nos seguintes campos: computadores, radar, guiagem inercial, lasers, metalurgia, máquinas, ferramentas, circuitos integrados, robótica, materiais *superplásticos* e silício de qualidade eletrônica. Tais “transferências” foram responsáveis, no período, pelos saltos de qualidade dos equipamentos soviéticos.

Atualmente, o país que tem se destacado em casos detectados de espionagem industrial é a República Popular da China. Os E.U.A. têm acusado aquele país de conduzir ações de espionagem industrial no território norte-americano. Uma comissão do Congresso concluiu, em 1999, que a China havia conseguido obter informações do programa de armamentos termonucleares estratégicos, por meio de roubo praticado em seus laboratórios. Segundo o relatório, conhecido como *Cox Report* (1999), foi roubada do *Los Alamos National Laboratory* a tecnologia referente à miniaturização de ogivas nucleares que tornariam mais fácil a ogivas inimigas atingirem os E.U.A., criando um escândalo de espionagem típico do auge da Guerra Fria (HARRIS e LOEB, 1999).

Em outro caso, o *Canadian Security Intelligence Service* (CSIS) afirmou, em seu relatório de 2003-4, que a China teria direcionado seus departamentos, corporações estatais e serviços de inteligência à espionagem econômica no Canadá. Ademais, estudantes, cientistas e delegações oficiais teriam sido empregados para obter segredos em benefício do complexo industrial-militar chinês (FIFE, 2004).

Finalmente, saliente-se que, na espionagem industrial, ocorre, com frequência, um entrelaçamento complexo de interesses estatais e privados e, conseqüentemente, de agências governamentais, empresariais e agentes isolados. Embora variando a motivação de cada um para a espionagem, os alvos mais visados por todos são, normalmente, tecnologias protegidas. As agências e outras instituições estatais, atuando isoladamente ou associadas, são movidas por razões estratégicas, de segurança e de defesa

nacionais. As empresas, por seu turno, agem no sentido de auferir lucro por meio do aumento de competitividade no mercado. Já os agentes isolados visam a uma boa recompensa financeira na venda, para terceiros, das informações ou bens obtidos.

Contudo, qualquer que seja a motivação e o agente da espionagem chamada industrial, normalmente, em países capitalistas, os recipiendários e beneficiários finais dos bens ou informações (em geral, tecnológicas) são empresas privadas e seus interesses comerciais. Daí, torna-se difícil distinguir a fronteira entre os objetivos governamentais de segurança e defesa e os interesses empresariais.

Alternativamente à espionagem tecnológica, há ainda a possibilidade de se obter conhecimentos sensíveis a partir dos seus reais depositários, que são os cérebros dos profissionais responsáveis pela geração ou uso da tecnologia pretendida.

## **9 IMPORTAÇÃO E DRENO DE CÉREBROS**

A expressão “dreno (ou evasão) de cérebros” significa a perda, normalmente para outro país, de pessoas altamente qualificadas em suas áreas de atuação. Usa-se, com menos frequência, a “importação de cérebros” para significar o movimento inverso, ou seja, a atração de recursos humanos qualificados para o país. Quando governos, empresas e outras entidades nacionais logram trazer do exterior para o país pessoal altamente capacitado, prefere-se dizer que houve uma importação de cérebros. Ela pode ocorrer espontaneamente ou como resultado de ação planejada pelo(s) atrator(es), envolvendo desde governos até empresas privadas.

Instruções, especificações, normas, desenhos, plantas, manuais, softwares e outros registros são expressões materiais e incompletas do conhecimento. O conhecimento que gerou tais expressões, e que é necessário para decodificá-los e empregá-los corretamente, encontra-se armazenado nos cérebros de pessoas. Em consequência, a maneira mais efetiva de um país ou uma empresa transferir conhecimento, principalmente tecnológico, é por intermédio de criteriosa “importação de cérebros”. Se bem conduzido, é um processo que pode gerar resultados comparativamente mais rápidos e baratos.

A importação de cérebros tem sido utilizada como estratégia para sanar hiatos tecnológicos e contornar cerceamentos tecnológicos. Exemplos de sucesso e de repercussão mundial são muitos na história recente. Sem dúvida, a mais espetacular importação de cérebros todo foi realizada no início da década de 1940 pelo programa mobilizador, citado anteriormente, conhecido como Projeto Manhattan, que foi criado pelo governo dos E.U.A. com a finalidade de projetar e construir a bomba atômica. Sob a chefia do físico Robert Oppenheimer e do General Leslie R. Groves, foi montado um verdadeiro exército de físicos, químicos e de cientistas de outras especialidades, em grande parte europeus, que levou o empreendimento ao sucesso.

Outro exemplo foi a importação de cérebros da Alemanha, feita em 1945 pelos E.U.A. para o desenvolvimento do seu programa aeroespacial. A figura central dessa importação foi o engenheiro Wernher von Braun, que trabalhava para o Exército Alemão, em Peenemunde, no desenvolvimento das bombas V. Ele tornou-se o principal engenheiro do programa espacial norte-americano. Dirigiu o projeto do foguete Júpiter C, utilizado para lançar o primeiro satélite artificial norte-americano: o Alfa, de 1958. Foi, também, um dos principais responsáveis do projeto Apolo. Nos anos 1960 trabalhou nos foguetes Saturno, de grande potência, que tornaram possíveis as viagens à Lua.

Para finalizar, uma extraordinária importação de cérebros deu-se quando Albert Einstein aceitou ser professor auxiliar no novo Instituto de Estudos Avançados de Princeton nos E.U.A.. A respeito desse fato, o físico francês Paul Langevin disse: “Esse é um grande acontecimento, como o seria a transferência do Vaticano para o Novo Mundo. Com a transferência do papa da física, os E.U.A. tornar-se-ão o centro da ciência”.

## **10 CONCLUSÕES**

O cerceamento tecnológico é um problema de duas faces. Por um lado, países detentores das tecnologias sensíveis zelam por mantê-las exclusivas, dando à ciência e à tecnologia um sentido instrumental, como fontes líquidas de poder militar, econômico e, conseqüentemente, político. Por outro, países que não as possuem, ou que almejam aumentar seu poder relativo no sistema internacional, lutam por alcançá-las.

Nessa disputa de poder, o regime internacional de não-proliferação de armas de destruição em massa fornece tanto a base normativa para controles restritivos de tecnologias sensíveis como pretextos para propósitos ocultos de cerceamento seletivo. Países necessitados buscam desenvolver mecanismos que contornem o cerceamento imposto, valendo-se de alternativas que foram comentados neste artigo.

No caso brasileiro, um sistema nacional de controle de bens sensíveis foi desenvolvido para atender os compromissos internacionais e os próprios interesses de segurança e defesa. Para fazer frente ao cerceamento tecnológico, notadamente em áreas estratégicas para o desenvolvimento, faz-se necessário desenvolver uma atuação sistêmica capaz de combinar e utilizar, como necessário, as alternativas apresentadas. Observam-se esforços nesse sentido, notadamente por parte dos setores de C&T do governo, empresas e institutos de alguma maneira relacionados à área da defesa.

Como mostrado, as alternativas para fazer frente ao cerceamento são variadas. A exploração do dilema das grandes potências entre a lógica da segurança e a de mercado, ou seja, “vender ou denegar” tecnologias e bens sensíveis a um país em desenvolvimento como o Brasil, pode gerar resultados positivos. Pode-se citar como exemplo a disposição do governo brasileiro em condicionar a obtenção de equipamentos militares à transferência de tecnologia se revela, nesse sentido, auspiciosa. Nesse caso está o Projeto FX-2, de obtenção de caças para a Força Aérea Brasileira, que gerou acirrada disputa, obrigando países fornecedores a oferecer vantagens adicionais que de outro modo não seriam oferecidas. Outro exemplo foi a parceria com a França para o projeto e construção de submarinos.

A importação programada e seletiva de cérebros, a transferência de tecnologia por contrato associada esforço de desenvolvimento próprio ou de engenharia reversa, assim como os programas mobilizadores, oferecem boas perspectivas de sucesso, desde que fruto de adequado planejamento. Exemplos brasileiros bem-sucedidos, como o do petróleo, da indústria aeronáutica e do programa nuclear, mostram as possibilidades desses recursos como alternativas viáveis para as áreas de alta tecnologia sujeitas a embargos, que tenham grande potencial de arrasto para os setores produtivos da sociedade.



Cabe destacar que a contínua pugna entre a prática do cerceamento e das ações para contorná-lo é, em última análise, um jogo de poder no sistema internacional, disputado por Estados, empresas e outros atores. Nessa arena não há lugar para visões ingênuas, pois, considerando-se o que está em jogo, os atores estão geralmente muito determinados, fazendo com que, em casos de necessidade, sejam adotadas práticas alternativas moralmente questionáveis.

## REFERÊNCIAS

- BACON, Francis. **Meditationes sacrae: De Hæresibus**, 1597.
- BECK, M. D. et al. **To supply or to deny: comparing nonproliferation export controls in five key countries**. The Hague: Kluwer Law International, 2003.
- BONOMO, James et al. **Monitoring and controlling the international transfer of technology**. RAND Corporation, 1998 (disponível em: [http://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR979/index.html](http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR979/index.html). Acessado em: 25 fev. 2009).
- COX REPORT. Select Committee of the United States House of Representatives, 3 jan. 1999 (disponível em: <http://www.house.gov/coxreport/pdf/overv.pdf>. Acessado em: 20 jul. 2009).
- DREIFUSS, R. A. **A época das perplexidades**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- FARKAS, Maria. **Turning obstacles into opportunities**. Washington, DC: Hudson Institute, 2007.
- FIFE, Robert. China spying. **National Post**, 29 dez. 2004, Orwell Today (disponível em: <http://www.orwelltoday.com/chinaspy.shtml>. Acessado em: 15 mai. 2010).
- GRIMMETT, R. F. **Military technology and conventional weapons export controls: the Wassenaar Arrangement**. Congressional Research Service Order Code RS 20517. Washington, D.C: The Library of Congress, 2006.
- HARRIS, J. F. e LOEB, V. Spy case tests U. S: openness with China. **Washington Post**, 14 mar. 1999, p. A01 (disponível em: <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/inatl/longterm/china/stories/open031599.htm>. Acessado em: 25 mai. 2010).
- JONES, Ary. **Serviços de engenharia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1990.
- LONGO, W. P. **Conceitos básicos sobre ciência, tecnologia e inovação**. rev. ago. 2007 (disponível em: [www.waldimir.longo.nom.br/publicações.html](http://www.waldimir.longo.nom.br/publicações.html). Acessado em: 25 mar. 2009).
- \_\_\_\_\_. Programas mobilizadores. **Parcerias estratégicas**. Brasília, DF. CGEE/MCT, n. 20, parte 5, jun. 2005, p. 1535.
- \_\_\_\_\_. Tecnologia e transferência de tecnologia. **Anais do Seminário sobre Propriedade Industrial e Transferência de Tecnologia**, 82, São José dos Campos, 1987.
- \_\_\_\_\_. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. **Tensões Mundiais**. Fortaleza, v. 3, n. 5, 2007.

- PERLE, R. N. **The strategic implications of west-east technology transfer**: the conduct of west-east relations in the 1980s. Hamden, Com.: Archon Books, 1985
- PIMENTA-BUENO, J. A.; OHAYON, P. Subsídios para a formulação de mecanismos de apoio aos programas mobilizadores integrantes do PACTI. XVIII Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica. *Anais...* São Paulo, 1992.
- POLITZER, K.; ARAOZ, A. Transferência de tecnologia para desenvolvimento autônomo. **Seminário Internacional de Transferência de Tecnologia**. Rio de Janeiro, 1975.
- SACHS, Jeffrey. **A new map of the world** : the economist, 24 abr. 2000 (disponível em: [http://www.cid.harvard.edu/cidinthenevents/articles/Sachs\\_on\\_globalisation.htm](http://www.cid.harvard.edu/cidinthenevents/articles/Sachs_on_globalisation.htm). Acessado em: 20 mai. 2009).
- TUPOLEV TU-4 (Bull). **Área militar**: aviões e helicópteros (disponível em: <http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/AER.aspx?nn=228>. Acessado em: 26 abr. 2010).
- VYMPEL K-13. **Absolute astronomy**: exploring the universe of knowledge (disponível em: [http://www.absoluteastronomy.com/topics/Vympel\\_K-13](http://www.absoluteastronomy.com/topics/Vympel_K-13). Acessado em: 26 abr. 2010).

---

Os autores agradecem o apoio recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por intermédio do Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional (Pró-Defesa), particularmente aos Projetos Rede Brasil de Defesa (RBD) e Sistema Brasileiro de Defesa e Segurança (SISDEBRAS), da Universidade Federal Fluminense (UFF) e Escolas Militares de Altos Estudos.

## NOTAS

---

<sup>1</sup> Pode-se citar como exemplos os adotados pelos E.U.A.: Atomic Energy Act (1946), Arms Export Control (1976), International Traffic in Arms Regulations (ITAR – 1976), Export Administration Act (1979), Homeland Security Presidential Directives (2001) e Technology Alert List (TAL – 2003).

<sup>2</sup> DCNS remporte le plus gros contrat à l'export de son histoire. Mer et Marine. 23 dez. 2008 (disponível em: <http://www.meretmarine.com/article.cfm?id=109144>. Acessado em: 25 fev. 2009).

<sup>3</sup> Defense News. *TOP 100 Defense Industries List*, 20 jul. 2009.

<sup>4</sup> TUPOLEV TU-4 (Bull). *Área militar: aviões e helicóptero* (disponível em: <http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/AER.aspx?nn=228>. Acessado em: 26 abr. 2010).

<sup>5</sup> VYMPEL K-13. *Absolute astronomy: exploring the universe of knowledge* (disponível em: [http://www.absoluteastronomy.com/topics/Vympel\\_K-13](http://www.absoluteastronomy.com/topics/Vympel_K-13). Acessado em: 26 abr. 2010).

---