

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CEL QEM DECÍLIO DE MEDEIROS SALES

UMA VISÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE  
USO DUAL NO BRASIL

Rio de Janeiro

2010

CEL QEM DECÍLIO DE MEDEIROS SALES

UMA VISÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE  
USO DUAL NO BRASIL

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial da conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1) Ítalo de Melo Pinto

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2010

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela saúde, coragem e determinação com que fui sempre premiado, bens inestimáveis para superar mais este desafio.

Aos meus pais, irmãos, esposa, filhos e netos, pelo imenso carinho e apoio a mim dedicados, essenciais para superar mais esta etapa de minha vida profissional. A todos eles, minha eterna gratidão.

Ao Exército Brasileiro, pela distinção e confiança mais uma vez demonstradas, ao me confiar mais esta gratificante missão.

À Escola de Guerra Naval e à Marinha do Brasil, pelo imenso apoio prestado, pelo ambiente de camaradagem e pelos valorosos conhecimentos ensinados, que serão de inconmensurável valor no desempenho de minhas novas atribuições profissionais.

Aos meus orientadores, CMG Ítalo e CF Luiz Teixeira, pela orientação segura e profissional, somadas às valorosas sugestões para a melhoria da qualidade do trabalho.

Aos meus colegas da MB, EB e FAB, pelo ambiente alegre e descontraído, no qual pudemos aprender e discutir importantes temas de interesse do Brasil.

## **EPIGRAFE**

"Aqueles que transformam suas armas em arados passarão  
a vida arando para aqueles que têm armas."

Thomas Jefferson

## RESUMO

As contínuas reduções nos orçamentos para a indústria de defesa, enfrentadas por vários países, principalmente, no período pós-Guerra Fria, motivaram a análise das tecnologias de uso dual como uma possível alternativa para desenvolver novos produtos militares com alto conteúdo tecnológico a menor custo. Entende-se por tecnologia de uso dual aquela tecnologia desenvolvida para uso militar (ou civil) com potencial para ser utilizada em produtos orientados ao mercado civil (ou militar). Diversas variantes dessa definição serão examinadas com destaque para a definição na qual se associa tecnologia de uso dual à possibilidade de fabricação de armas de destruição em massa (WMD), o que motivou países industrializados a implantarem os chamados regimes multilaterais de controle de exportação. O objetivo declarado desses regimes é a negação do acesso às tecnologias de uso dual a países como o Brasil, considerado um país democrático. Questiona-se que, alinhado a esse objetivo, reside o interesse econômico disfarçado, pois as tecnologias de uso dual podem representar um grande avanço tecnológico em indústrias de ponta, geralmente controladas por países do Primeiro Mundo.

Neste trabalho, com foco nas tecnologias de uso dual, propõem-se ações estratégicas a serem implantadas pelo Ministério da Defesa visando à sustentabilidade da base industrial de defesa, diante das limitações orçamentárias que caracterizaram o setor nessas duas últimas décadas. As ações formuladas são baseadas no conceito de transferência de tecnologia envolvendo parcerias estratégicas e formação de mão de obra nacional de alto nível. As estratégias adotadas por outros países são discutidas, além da abordagem brasileira em relação à dualidade tecnológica, notadamente a partir de meados da década de 60.

Palavras-chave: tecnologias de uso dual, transferência de tecnologia, regimes multilaterais de controle de exportação, tecnologias sensíveis.

## **ABSTRACT**

Progressive budget reductions in the Defense industry sector, faced by many countries, notably after the Cold War, have motivated the analysis of dual use technologies as an alternative to overcome this situation by reducing the cost of developing new military equipments. In the usual sense, dual use technologies are those technologies initially developed for military purpose (or civil) which can be potentially applied to products geared to the civil market (or military). Some variations of this definition are examined briefly with special emphasis on the one which links dual use technologies to the possibility of a country to develop Weapons of Mass Destruction (WMD), which has enabled industrialized countries to implement multilateral export control regimes. Their main goal is the denial to some countries, including Brazil, to access some technologies targeted as dual use. It is assumed, however, that, behind the scenes, the real motivations are of economic nature because the so called dual use technologies are related to very sophisticated systems controlled invariably by industrialized countries.

In this work, focused on dual use technologies, strategic actions are proposed to the Brazilian Ministry of Defense so as to revitalize and sustain the defense industry base in a long term perspective, which has been subjected to budget constraints in the last decades, particularly. The proposed initiatives are based primarily on the concept of technology transfer involving strategic partnerships and continuous high level job training. In addition, some strategies followed by other countries are discussed besides the Brazilian approach on dual use technologies starting at the middle of 1960's.

**Keywords:** dual use technologies, technology transfer, multilateral export control, regimes, sensitive technologies.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

QUADRO 1 -	Tecnologias importantes para a Defesa e sua relevância civil.....	21
QUADRO 2 -	Mecanismos de transferência de tecnologias de uso dual.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAé -	Antiaérea
ABIN -	Agência Brasileira de Inteligência
AEB -	Agência Espacial Brasileira
AG -	<i>Australian Group</i>
ARPA -	<i>Advanced Research Project Agency</i>
ARE -	<i>Admiralty Research Establishment</i>
AWE -	<i>Atomic Weapons Establishment</i>
CBDE -	<i>Chemical and Biological Defense Establishment</i>
CBPT -	<i>Comprehensive Ban Test Treaty</i>
CIBES -	Comissão Interministerial de Controle de Bens Sensíveis
CENPES -	Centro de Pesquisas da Petrobras
CGP -	<i>Comissariat Générale Du Plan</i>
C&T -	Ciência e Tecnologia
COCOM -	<i>Coordinating Committee for Multilateral Export Control</i>
COMASSE -	Comissão Assessora de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional
CPAB -	Convenção para Proibição de Armas Biológicas e Bacteriológicas
CPAQ -	Convenção para Proibição de Armas Químicas
CRADA -	<i>Cooperative Research and Development Agreement</i>
CTA -	Centro Técnico Aeroespacial
DERA -	<i>Defense Evaluation Research Agency</i>
DGA -	<i>Délégacion Générale des Armaments</i>
DoD -	<i>Department of Defense</i>
DRA -	<i>Defense Research Agency</i>
DTE -	<i>Department Technologies Enterprise</i>
DTI -	<i>Department for Trade and Industry</i>
DUTC -	<i>Dual Use Technology Center</i>
EB -	Exército Brasileiro
EMBRAER -	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
END -	Estratégia Nacional de Defesa



EUA -	Estados Unidos da América
FAB -	Força Aérea Brasileira
GPS -	<i>Global Positioning System</i>
HAL -	<i>Hindustan Aeronautics Limited</i>
IAEA -	<i>International Atomic Energy Agency</i>
IMBEL -	Indústria de Material Bélico
IME -	Instituto Militar de Engenharia
ITA -	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MB -	Marinha do Brasil
MD -	Ministério da Defesa
MMC -	<i>Module Multi-Chip</i>
MoD -	<i>Ministry of Defense</i>
MTCR -	<i>Missile Technology Control Regime</i>
NERI -	<i>National Electronics Research Initiative</i>
NSG -	<i>Nuclear Suppliers Group</i>
OST -	<i>Office of Science and Technology</i>
OTAN -	Organização do Tratado do Atlântico Norte
P&D -	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB -	Produto Interno Bruto
POST -	<i>Parliamentary Office of Science and Technology</i>
RAE -	<i>Royal Aerospace Establishment</i>
RARDE -	<i>Royal Armament Research and Development Establishment</i>
RSRE -	<i>Royal Signals and Radar Establishment</i>
TA -	<i>Technology Applications</i>
TAL -	<i>Technology Alert List</i>
TI -	Tecnologia da Informação
TNP -	Tratado de Não Proliferação
TRP -	<i>Technology Reinvestment Project</i>
VLS -	Veículo Lançador de Satélites
WMD -	<i>Weapons of Mass Destruction</i>
ZFM -	Zona Franca de Manaus

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	Objetivo do trabalho.....	14
1.2	Estruturação .....	15
<b>2</b>	<b>CONCEITOS FUNDAMENTAIS .....</b>	<b>16</b>
2.1	Tecnologias e suas várias interpretações .....	16
2.2	Evolução de novos sistemas e a base tecnológica .....	21
2.3	O desenvolvimento tecnológico e a aquisição de equipamentos de defesa .....	23
2.4	A relação entre as tecnologias de defesa e civis.....	25
<b>3</b>	<b>TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS.....</b>	<b>27</b>
3.1	Transferência interna direta .....	30
3.2	Transferência interna com adaptação .....	31
3.3	Transferência externa direta.....	32
3.4	Transferência externa com adaptação .....	35
3.5	Eficácia da transferência de tecnologia .....	37
3.6	Caso histórico .....	38
3.6.1	Projeto Pulqui .....	38
3.6.2	Componentes da transferência de tecnologia.....	39
<b>4</b>	<b>TECNOLOGIAS SENSÍVEIS E REGIMES DE CONTROLE .....</b>	<b>42</b>
4.1	Setor nuclear .....	46
4.2	Setor espacial e de mísseis balísticos .....	49
4.3	Características da indústria de alta tecnologia.....	52
4.4	Estratégia de transferência de tecnologia de ponta .....	53
<b>5</b>	<b>DUALIDADE TECNOLÓGICA EM PAÍSES INDUSTRIALIZADOS .....</b>	<b>54</b>
5.1	Estados Unidos .....	54
5.1.1	Investimento em tecnologias duais.....	55
5.1.2	Produção integrada .....	55
5.1.3	Inserção e promoção.....	57
5.1.4	A Implantação da estratégia de uso dual.....	57
5.2	Reino Unido .....	59

5.2.1	Contribuição industrial para a pesquisa militar .....	60
5.2.2	Conexão entre a pesquisa pública e a indústria .....	61
5.2.3	Centros de Tecnologia de Uso Dual (DUTC).....	62
5.2.4	O programa <i>Pathfinder</i> .....	62
5.2.5	A Estratégia do MoD.....	63
5.3	França .....	64
5.3.1	Dualidade tecnológica .....	64
5.3.2	As relações entre as tecnologias civil e militar segundo o relatório do CGP .....	66
5.3.3	A DGA e as tecnologias de uso dual .....	67
5.3.4	O Livro Branco da Defesa de 1994 .....	68
5.3.5	A reestruturação da DGA.....	69
5.4	Lições aprendidas .....	70
<b>6</b>	<b>PERSPECTIVA BRASILEIRA PARA AS TECNOLOGIAS DE USO DUAL... 71</b>	
6.1	Necessidade por tecnologias avançadas.....	71
6.2	Desenvolvimento de tecnologias de ponta .....	73
6.3	Implicações políticas .....	74
6.4	Nova política.....	77
6.5	Lições aprendidas .....	79
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES..... 83</b>	
7.1	Ações estratégicas de médio prazo.....	85
7.2	Ações estratégicas de longo prazo.....	87
7.3	Sugestões para trabalhos futuros .....	88
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os grandes avanços científicos e tecnológicos que marcaram o século XX provocaram grandes revoluções nos transportes, nos processos de fabricação, nas telecomunicações, na informática e nas ciências da vida, transformando e conectando as sociedades. Esse cenário foi permeado por múltiplos esforços de P&D voltados especificamente para aplicações militares. Notou-se, no entanto, que muitas tecnologias desenvolvidas para a esfera militar frequentemente encontraram uma segunda vida na esfera civil e vice-versa. A combinação de uma crescente capacidade tecnológica e comercial com as mudanças de paradigmas no campo militar, no início deste século, tem colocado maior ênfase na busca deliberada por conhecimentos, experiências e processos com aplicações militares e comerciais (civis), com potencial para sustentar uma base industrial sólida. Esta tem sido a grande motivação para as tecnologias de uso dual, amplamente analisadas nos dias de hoje, mas seu início foi delineado já há algum tempo. O quadro manteve-se praticamente inalterado por vários anos. Uma ruptura veio a ocorrer no final da Guerra Fria.

Com o final da Guerra Fria, notou-se uma redução global significativa nos orçamentos destinados às indústrias de defesa. Ao mesmo tempo, aspectos relacionados à velocidade do desenvolvimento tecnológico, aos grandes avanços na indústria civil e às mudanças na política em relação ao conceito de defesa nacional tiveram um grande impacto na sobrevivência dessa indústria (LORENTZI, 1994). Nos Estados Unidos da América (EUA), este novo cenário conduziu a grandes debates envolvendo representantes da indústria de defesa, de órgãos governamentais e do mundo acadêmico quanto ao futuro da indústria bélica. Nesse contexto, no âmbito acadêmico, quatro termos foram introduzidos: uso dual, *spin-off*, *spin-in* e conversão (LORENTZI, 1994). Estes termos descrevem, em geral, maneiras pelas quais a indústria pode manter ou aumentar sua capacidade e encontrar novas

aplicações para seus produtos e plantas. Fruto dessa discussão, a busca por tecnologias de uso dual passou a ser vista como uma maneira efetiva de manter a indústria de defesa forte, diante da redução orçamentária que passara a ocorrer. Ao mesmo tempo, vislumbravam-se ganhos para a indústria civil, que passaria a exportar mundialmente seus produtos com diversas inovações tecnológicas embutidas. Esta foi a visão predominante, principalmente, nos EUA.

Numa primeira aproximação do problema, o termo “uso dual” significa simplesmente tecnologias com aplicações civis e militares. Desta forma, a busca por tecnologias de uso dual geralmente visa a integrar bases industriais governamentais e comerciais, incluindo aquelas relacionadas a projetos militares, segurança e programas espaciais (FISCHER, 2003).

Uma mudança de paradigma, no entanto, surgiu com os atentados de 11 de setembro de 2001, nos EUA. Este novo elemento, de profundo impacto para o mundo ocidental, impulsionou uma mudança de tendência, relacionando fortemente a exportação de tecnologias de uso dual à possibilidade de a mesma vir a ser utilizada por grupos terroristas ao redor do mundo para fins bélicos, contra interesses norte-americanos. Após esse ato terrorista, o tema tecnologia de uso dual recebeu uma nova conceituação, passando a designar as tecnologias benéficas e o conhecimento para desenvolvê-las e mantê-las, mas que possuem potencial de utilização maléfico (FISCHER, 2003).

Esta segunda conotação, derivada dos mecanismos de controle das tecnologias nucleares, mostra-se bastante apropriada no âmbito das ciências biológicas. Muitas ferramentas para conduzir a pesquisa biológica legítima não se distinguem, numa base puramente técnica, das utilizadas em um desenvolvimento e produção de armas. Observa-se que nos EUA as tecnologias de uso dual motivaram a formulação de ações políticas visando ao fortalecimento de sua indústria. A trajetória dessas tecnologias no Brasil foi diferente. A seguir, descreve-se de forma preliminar como isso ocorreu.

A indústria de defesa no Brasil viveu um momento de expansão na década de 80, com destaque para os programas nuclear e espacial, produzindo material de emprego militar tanto para as Forças Armadas brasileiras como para a exportação. Nesse período, o *spin-off*, isto é, emprego de tecnologias militares em produtos civis, foi limitado, já que era conveniente para as indústrias transnacionais instaladas no Brasil utilizarem as tecnologias importadas, mais baratas e mais confiáveis. O texto de Dagnino e Campos (2007) reforça este argumento:

Outro ponto importante refere-se às pretensas vantagens tecnológicas da produção de armamento para o país. Mesmo que se possa aceitar o argumento de *spin-off*, cuja existência tem sido crescentemente contestada nos países industrializados, é forçoso reconhecer que o mesmo dificilmente poderia ocorrer em países tecnologicamente dependentes como o Brasil. A regra vigente nos setores industriais civis é a utilização de tecnologia importada, uma vez que esta é mais barata, confiável, eficiente e prestigiada do que aquela que poderia ser localmente desenvolvida.

Nota-se ainda que várias das tecnologias de uso dual de interesse para a indústria de defesa têm sua exportação sujeita a regimes de controle internacionais, entre eles, o Tratado de Wassenaar<sup>1</sup>. Isto impõe a países como o Brasil, entre outras medidas, a busca pelo desenvolvimento de soluções próprias, engenharia reversa, cópias, etc., com ações políticas bem planejadas e executadas para o fortalecimento de sua base industrial de defesa (LONGO e MOREIRA, 2010). E isto somente será factível com o envolvimento efetivo de toda a sociedade. É amplamente difundido na literatura especializada que as tecnologias de uso dual são percebidas como detentoras de potencial intrínseco para alavancar vários setores da indústria nacional, se ações políticas apropriadas de Estado, que dependem de diversos fatores nacionais e estrangeiros, são programadas e efetivamente acompanhadas.

Sucintamente, pode-se depreender neste ponto que a redução nos orçamentos da indústria de defesa a partir da década de 90 motivou países a vislumbrarem as tecnologias de uso dual como meios para alcançarem a sustentabilidade dessa indústria. A maneira de se

---

<sup>1</sup> <http://jya.com/bxa-wa-rule.htm>

fazer isto não é imediata, o que impõe a cada país a busca por uma estratégia conveniente. No caso do Brasil, a situação é ainda mais desafiadora em decorrência dos regimes multilaterais de controle de exportação, que restringem o acesso a tecnologias sensíveis. Esta vem a ser a caracterização do problema aqui tratado.

## **1.1 Objetivo do trabalho**

As potencialidades da dualidade tecnológica descritas anteriormente e o interesse por essas tecnologias, explicitado na Estratégia Nacional de Defesa (END)<sup>2</sup>, motivaram o presente estudo, que tem por objetivo central a formulação de propostas de ações estratégicas de médio e longo prazos, no âmbito do Ministério da Defesa (MD), com foco nas tecnologias de uso dual, que visam a fortalecer a capacidade tecnológica da indústria nacional de defesa, contribuindo para a sua sobrevivência futura e também para o desenvolvimento tecnológico brasileiro.

Olhando-se para a política tecnológica e industrial brasileira, as tecnologias de uso dual são percebidas como primordiais nos programas mais complexos (programa espacial e programa nuclear), como também no desenvolvimento de sistemas táticos da Força Terrestre, nos quais o componente tecnológico é cada vez mais significativo. Menciona-se neste ponto o problema central que motiva a análise da dualidade tecnológica, qual seja, os regimes de controle internacionais, implantados por países industrializados e detentores das tecnologias mais avançadas, que vedam o acesso a essas tecnologias sensíveis, mesmo para países como o Brasil, a despeito de ser visto como país plenamente democrático.

---

2

[https://www.defesa.gov.br/eventos\\_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia\\_defesa\\_nacional\\_portugues.pdf](https://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf)

## 1.2 Estruturação

Em linhas gerais, no presente trabalho, com fulcro nas tecnologias de uso dual, propõem-se ações estratégicas para o MD, tomando por referência experiências bem-sucedidas em outros países e fazendo as correspondentes adaptações para a realidade brasileira, destacando-se ainda a experiência do autor na área, que participou do projeto de nacionalização do míssil francês 3.2 AAe, *Roland*, no então Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército Brasileiro. Para tal propósito, o trabalho é estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 1 são apresentadas noções preliminares sobre o tema da pesquisa, motivações, objetivo e proposição teórica do presente estudo. No Capítulo 2, os fundamentos teóricos necessários a um perfeito entendimento do tema e a padronização dos principais termos técnicos são formalmente incluídos. O desenvolvimento de produtos militares avançados pode envolver vários mecanismos, incluindo o desenvolvimento autóctone, a fabricação mediante licença e a transferência de tecnologia, entre outras modalidades. Uma grande alavancagem para a indústria bélica, com a chamada “queima de etapas”, pode ser viabilizada por meio de uma transferência de tecnologia adequada. Este assunto é apresentado no Capítulo 3. É incontestável que a negação do acesso às tecnologias sensíveis, implantada pelos países desenvolvidos e seus aliados por meio dos chamados regimes multilaterais de controle de exportação, caracteriza-se como grande empecilho para projetos com alto conteúdo tecnológico na área de defesa. Estes regimes serão analisados no Capítulo 4. Na sequência, as tecnologias de uso dual nos países industrializados e a perspectiva brasileira quanto a essas tecnologias são discutidas formalmente nos Capítulos 5 e 6, respectivamente. Finalmente, o Capítulo 7 é dedicado às conclusões do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.



## 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Este Capítulo é focado nos principais conceitos e definições no âmbito das tecnologias de uso dual, reproduzidos aqui para facilidade de consulta, a partir de Lorentzi (1994).

### 2.1 Tecnologias e suas várias interpretações

À primeira vista, costuma-se associar tecnologia à engenhosidade humana embutida nos vários produtos disponíveis. Obviamente, tecnologia estende-se além de produtos. Os meios para produzi-los são também considerados “tecnologia”. Este conceito é revestido de grande importância quando se discute, por exemplo, transferência de tecnologia. Entendendo-se tecnologia nesse sentido amplo, os mecanismos de controle de transferência serão muito mais rigorosos. Os analistas atuais definem tecnologia não como um produto, mas como um processo mais amplo compreendendo as relações sociais e o modo de produção no qual ocorrem o desenvolvimento e a produção do artefato (GALTUNG, 1997).

A partir desse entendimento de tecnologia, a transferência de tecnologia passa a ser entendida como os “modos de produção” movem-se de uma sociedade para outra e como eles mudam a rede de relações sociais que caracterizam as sociedades receptoras. A definição adotada, reproduzida abaixo, é devida a Autio (1995) e adota um meio termo entre tecnologia como artefato e tecnologia como um sistema de relações sociais.

*Tecnologia compreende a capacidade de reconhecer problemas técnicos, a capacidade de desenvolver novos conceitos e soluções viáveis para problemas técnicos e a capacidade de explorar esses conceitos e soluções de uma maneira efetiva.*

Esta definição viabiliza a concepção de uma estrutura para se estudar uma variedade de competências, materiais, produtos e conhecimentos necessários ao

desenvolvimento de soluções que atendam a requisitos civis e militares. Os problemas técnicos devem ser reconhecidos propriamente, as soluções devem ser desenvolvidas e tão logo estas soluções alcancem o estágio do produto, os usuários geralmente irão requerer conhecimento especializado e competências para explorá-lo de forma eficiente.

Conhecimentos e habilidades são inerentes a pessoas. Como exemplo, se um país estiver preocupado com a proliferação de armas e veja o controle de tecnologia como uma solução e, para tal, adote uma lista de produtos que devem ter sua exportação controlada, estará tratando apenas de parte do problema. Cientistas e técnicos são necessários para desenvolver e instalar sistemas de armas adquiridos no exterior ou desenvolvidos no próprio país, com a aquisição no exterior de partes ou subsistemas. A mobilidade da força de trabalho, na forma de técnicos prestando assistência, tem sido uma preocupação no controle de transferência de tecnologias. De forma similar, quando se busca a transferência de tecnologia para explorar avanços tecnológicos em novas aplicações ou regiões geográficas, deve-se olhar não somente para as adaptações necessárias no produto, mas também para as mudanças necessárias entre fabricantes e usuários. Questões de treinamentos tornam-se parte essencial do processo de transferência. Desta forma, o foco move-se sutilmente de questões ligadas ao produto para questões relacionadas a pessoas, como, por exemplo, se os novos usuários devem participar da adaptação de um equipamento para atender às suas necessidades e se, e como, eles devem ser treinados. Sem dúvida, estes pontos devem ser observados ao se buscar adquirir produtos no exterior com transferência de tecnologia (LORENTZI, 1994).

Neste ponto, serão introduzidos com maior detalhamento elementos relacionados ao conceito de tecnologia de uso dual ou tecnologia dual. Na forma mais simples, uma tecnologia é dual quando tem potencial para aplicações militares e civis.

Segundo Molas-Gallart (1997), com o passar dos anos, as tecnologias de uso dual foram vistas de duas diferentes perspectivas:

- na literatura de controle de armas, as tecnologias de uso dual apresentam um problema quando se tenta frear a proliferação internacional de armas;
- para os analistas da relação entre a produção civil e militar, as tecnologias de uso dual têm sido vistas como uma oportunidade de ampliação dos esforços de pesquisa e manufatura além dos objetivos iniciais (civis ou militares).

A primeira perspectiva foi prevalente no final da década de 70 e início da década de 80. As tentativas de controlar a corrida armamentista pela limitação ao acesso a tecnologias de uso dual iriam entrar em conflito com o apoio ao desenvolvimento econômico alcançado, ao permitir que essas tecnologias fossem disponibilizadas para todos os países. Esta tensão ainda continua como fonte de desentendimento e debate entre aqueles preocupados com a paz internacional e o desenvolvimento econômico (REPPY, 2006).

Mais recentemente, o termo tecnologia de uso dual tem sido empregado no segundo sentido, isto é, uma base tecnológica comum para o desenvolvimento tecnológico civil e militar pode, por exemplo, representar uma oportunidade para os fabricantes de material de defesa diversificar seus produtos para o mercado civil ou incorporar tecnologias militares em produtos civis.

Embora o significado pareça bastante claro e venha sendo utilizado amplamente, não tem a aprovação de muitos analistas. Para alguns críticos, este uso pode conduzir a uma imagem equivocada, colocando as tecnologias militares em um extremo e as tecnologias civis em outro. As tecnologias duais seriam um “meio termo” entre elas. No entanto, observa-se que alguns produtos são exclusivamente militares (navio de guerra, por exemplo), outros possuem uma versão militar bem diferente da versão civil (um helicóptero de combate compartilha poucas características com um helicóptero de transporte civil) e outros produtos são muito similares ou idênticos (computadores comerciais empregados em aplicações

militares específicas). Existe, ainda, uma base genérica comum que pode ser utilizada tanto em aplicações militares como civis. Nota-se, contudo, que ao utilizar-se uma definição mais ampla para tecnologia (incluindo conhecimentos e habilidades), esta base comum torna-se mais ampla. De forma direta, pode-se dizer que a separação entre tecnologia militar e tecnologia civil não é imediata (FISCHER, 2003).

Outra crítica ao conceito de tecnologia de uso dual decorre da maneira como agências de defesa o utilizam para propor e justificar políticas para aumentar o apoio às tradicionais indústrias de defesa. Nos Estados Unidos, por exemplo, o escopo das tecnologias de uso dual mudou de uma tímida tentativa de conversão de produtos para políticas concebidas com o fim de aumentar a eficiência da produção bélica. A exploração de tecnologias comerciais para aplicações militares é buscada por muitas indústrias e isto é apresentado como tecnologia de uso dual.

Uma vez mais, constata-se que o termo “uso dual” tem diferentes significados, de acordo com a parte interessada envolvida. Nos Estados Unidos, na atualidade, este termo está no centro do debate como meio para aumentar o potencial de competição da base tecnológica do país. Quando se define um produto de uso dual, sob determinado ponto de vista, é somente o uso do produto final ou sistema que é importante. Por esta definição, o termo é utilizado para indicar que componentes e sistemas com aplicações duais podem ser utilizados para fins militares, mesmo que essa não tenha sido a intenção original do fabricante. Outra definição, baseada na classificação das indústrias, faz a distinção entre indústrias de defesa e indústrias de uso dual. A indústria de defesa fabrica componentes para fins militares e a empresa de uso dual fabrica componentes para a indústria de defesa e também para o mercado civil. A terceira definição relaciona tecnologia dual ao *know-how* tecnológico que pode ser utilizado tanto em aplicações militares como civis (FORGE, 2009).

Watkins (1992) se refere a uma base tecnológica com uma extensão muito maior que o conceito de “base de pesquisa” ou o que seja representado pelo produto final. A competência para gerenciar grandes pesquisas militares e projetos de desenvolvimento pode ser encontrada em uma empresa civil. Contrastando com a definição de produto de uso dual, o mais importante não é se um produto pode ser utilizado em um contexto civil ou militar. A questão central é se o produto contém tecnologias ou subcomponentes que foram originalmente desenvolvidos para o outro setor. Portanto, é a combinação do uso do produto ou sistema, juntamente com a tecnologia dos seus componentes, que determina se essas tecnologias são de uso dual ou não (LORENTZI, 1994). Um cuidado a ser tomado é evitar a simplificação, em que muitas vezes se incorre, de acreditar-se que tecnologia de uso dual é um conceito amplo aplicado a qualquer produto ou processo. O parágrafo seguinte introduz esta questão.

Segundo Walker (1988), as tecnologias relacionadas à Defesa são divididas em sete níveis hierárquicos, aplicáveis tanto aos produtos quanto aos processos de fabricação. E segundo Carter (1992), os maiores potenciais para o uso dual encontram-se nos mais baixos níveis desta hierarquia.

Quanto à importância das tecnologias de uso dual, merece destaque a observação de Lorentzi (1994):

Mesmo que a literatura e os artigos técnicos e científicos pareçam concordar que a quantidade e a extensão das interações tecnológicas entre as indústrias militares e as indústrias civis estejam aumentando rápido, existem ainda grandes obstáculos a essas interações. Vários desses obstáculos são inevitáveis, desde que, por definição, a atividade militar e comercial tem diferentes objetivos em certos campos. Os principais obstáculos ao uso dual são divergência tecnológica, objetivos conflitantes, diferenças em requisitos, características específicas para a produção militar e um complexo conjunto de regras que acompanha o processo público de aquisição.

O papel do governo será sempre fundamental para o avanço das tecnologias de uso dual, pois as agências de defesa sempre lideraram no suporte a muitos campos da ciência

e ferramentas de engenharia. A indústria de alta tecnologia não seria a mesma sem os pesados investimentos do Departamento de Defesa americano (ALIC, BRANSCOMB, *et al.*, 1992).

Foi amplamente discutido até este ponto que as tecnologias de uso dual não são tão simples como parecem à primeira vista. Dependendo da definição que se adote, isto pode conduzir a diferentes políticas quando se busca fortalecer a base industrial de defesa.

Neste trabalho, ao se referir genericamente a uma tecnologia como de uso dual significa que ela tem potencial para aplicações civis e militares. Com base nesta questão, focam-se dois pontos: a) como o esforço investido no desenvolvimento de sistemas de armas e outros produtos militares podem ser aproveitados em produtos civis e b) como o investimento civil em P&D pode ser aproveitado na melhoria de produtos militares. Nota-se que estes dois conjuntos de aplicações não são reproduzidos por dois conjuntos de tecnologias. A relação entre as competências tecnológicas para as aplicações civis e as militares é muito complexa. Em algumas áreas as aplicações civis e militares demandam características similares para o produto e para as técnicas de fabricação. Já em outras áreas, os requisitos finais são muito diferentes e partes dos processos requerem competências e instalações muito especializadas. As maneiras pelas quais produtos, instalações e competências podem mover-se de uma aplicação para outra são numerosas e variam de setor para setor. De fato, é esta variedade que gera os diversos mecanismos de transferência de tecnologia, discutidos com maior profundidade no próximo capítulo.

Nas seções seguintes, serão discutidos conceitos relacionando a base de pesquisa em defesa e a pesquisa orientada ao mercado civil.

## **2.2 Evolução de novos sistemas e a base tecnológica**

É importante sempre questionar como as inovações conduzem a melhoria de desempenho de sistemas avançados. Um modelo sugere que existem dois fatores primordiais:

- melhorias nas tecnologias de materiais; e
- novas arquiteturas (incluindo software).

Esse modelo enfatiza a importância da tecnologia de materiais, sistemas e software como tecnologias genéricas que impactam sobre uma faixa ampla de aplicações. A questão que surge é saber quais tecnologias são mais relevantes para a indústria de defesa. O QUADRO 1 abaixo apresenta algumas dessas tecnologias e sua relevância para os mercados civil e militar. Nota-se grande semelhança entre essas tecnologias e a Lista de Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional (BRASIL, 2008)

QUADRO 1  
Tecnologias importantes para a Defesa e sua relevância civil

TECNOLOGIA	RELEVÂNCIA
1. Circuitos e materiais eletrônicos e fotônicos	Mercado civil e alguns requisitos específicos de Defesa
2. Engenharia de software	Orientação principal ao mercado civil
3. Computação de alto desempenho	Orientação ao mercado civil e militar
4. Inteligência de máquina e robótica	Ainda na fase de pesquisa
5. Modelagem e simulação	P&D balanceada (civil e militar)
6. Radar e imageamento passivo	Orientação militar com <i>spin-off</i> civil
7. Processamento de sinais e imagens	P&D balanceada (civil e militar)
8. Controle de assinaturas	Orientação militar
9. Sistemas de armas	Orientação militar
10. Dinâmica dos fluidos computacional	P&D balanceada (civil e militar)
11. Materiais de alta energia/densidade	Orientação militar
12. Materiais compósitos	Orientação militar com grande envolvimento civil
13. Biotecnologia	Orientação civil com <i>spin-in</i> militar
14. Estruturas flexíveis	Orientação civil com <i>spin-in</i> militar
15. Tecnologias de armas nucleares	Restrito à Defesa

Fonte: DAVIES, 1994, p. 236.

As tecnologias (eletrônica, em particular) evoluíram muito rapidamente nos últimos vinte anos, tornando particularmente difícil incorporar seus últimos avanços nos sistemas complexos de comunicações ou de armas. Isto produziu importantes relações entre as tecnologias com uso civil e militar. Enquanto, no passado, os sistemas militares tomavam a ponta do avanço tecnológico, observa-se agora que o mercado civil para produtos como circuitos integrados de silício, efetivamente, controla o mercado e custos.

Fica evidente, do QUADRO 1, que o setor civil desempenha papel fundamental nos sistemas de defesa. Há exemplos nos quais a indústria de defesa foi responsável pelas primeiras pesquisas e aplicações e, mais tarde, a tecnologia migrou para o mercado civil, dominando esse mercado. Nesses casos, os investimentos feitos no mercado civil irão influenciar fortemente a maneira pela qual a Defesa utilizará a tecnologia. Este é um forte argumento para a relação próxima entre os mercados civil e militar, não apenas para uma suposta necessidade de *spin-off* no campo civil. Surge, igualmente, a necessidade do *spin-in* porque o crescimento da tecnologia no mercado civil influenciará os pensadores da Defesa, conduzindo a uma melhora na capacidade de defesa a um menor custo. Contudo, a tecnologia estará cada vez mais disponível para um maior número de nações, o que certamente representa uma preocupação adicional para alguns países, quando optam por incorporar as mais recentes tecnologias aos sistemas de defesa, evitando um desenvolvimento particular e específico para sistemas de defesa (DAVIES, 1994).

### **2.3 O desenvolvimento tecnológico e a aquisição de equipamentos de defesa**

Em primeiro lugar, convém compreender a “função desenvolvimento” para o fabricante de equipamentos e para o comprador. Na maior parte do mercado civil, o fornecedor do equipamento realiza pesquisas de mercado e desenvolve produtos (ou serviços) para atender a necessidades percebidas de um particular segmento de mercado. O desenvolvimento do equipamento é geralmente centrado numa base interna de pesquisa, aumentada com compra de tecnologias e requer, via de regra, capital de investimento adicional. Não obstante, no mercado civil é o fornecedor quem toma as decisões de projeto e submete-se aos riscos do empreendimento. Ressalta-se, no entanto, que o comprador de larga escala de produtos com alta tecnologia pode também realizar pesquisas de diferente natureza



– a fim de adquirir produtos com as melhores especificações e também reduzir custos com o ciclo de vida do equipamento.

A diferença crucial entre este cenário e o mercado de defesa é que poucos equipamentos avançados de defesa são desenvolvidos com capital privado. O grande investimento do desenvolvimento geralmente representa uma parcela significativa do total das vendas, os ciclos de desenvolvimento são longos e há grande incerteza política sobre as vendas. Em síntese, isto significa que cabe aos governos o financiamento de equipamentos avançados de defesa.

É também certo que o país não é forçado a desenvolver o equipamento. Ele pode comprar produtos de prateleiras (*Commercial Off The Shelf – COTS*) – uma tendência crescente (DAVIES, 1994). Uma vantagem imediata dessa abordagem é que a compra pode ocorrer o mais próximo possível da necessidade operacional do equipamento, quando os requisitos forem mais claramente conhecidos. Não se deve omitir que a compra de COTS não remove o custo de desenvolvimento, que é inevitavelmente uma parcela do preço final do produto, embora a exportação do produto vá diluir esse custo de desenvolvimento por várias unidades. Há, obviamente, muitas desvantagens significativas nessa abordagem, desde que o processo de aquisição não tem acesso ao equipamento ótimo e nem mesmo a uma escolha adequada para determinado requisito operacional. Muitas vezes, o modelo de exportação tem capacidade reduzida em relação ao desenvolvido para uso interno.

Um efeito ainda mais preocupante, quando se opta por adquirir COTS, é seu efeito na base industrial do país. As indústrias de defesa dependem de um fluxo contínuo de pedidos para a sua sustentabilidade. A perda de um item, dependendo da sua magnitude, pode inviabilizar a capacidade de produção, em alguns casos até permanentemente. Uma política de elevada dependência em COTS pode levar a uma grande perda doméstica da capacidade

industrial de defesa (com a perda de receitas de exportação, desemprego e queda na balança de pagamentos).

Aqui o problema é estabelecer o nível em que se deve optar por COTS a fim de motivar a competição interna, sem pôr em risco a sobrevivência da indústria nacional de defesa. Este é um problema enfrentado por muitos países. Certamente, o desenvolvimento da Defesa e a política de compras governamentais impactam fortemente no setor industrial de defesa e, até certo ponto, nos processos de *spin-off*.

#### **2.4 A relação entre as tecnologias de defesa e civil**

No Brasil, e em vários países, o objetivo principal dos programas de pesquisa em defesa é a melhoria da capacidade tecnológica da defesa nacional. No entanto, a pesquisa militar brasileira tem também por objetivo contribuir para o desenvolvimento econômico do país e da qualidade de vida da população. Alguns países tornam essa conexão bastante enfática. Os EUA, por exemplo, destinam cerca de dois bilhões de dólares anuais para programas voltados a tecnologias de uso dual (PERANI, 1997). Além do potencial para o benefício civil, acredita-se que a política traz benefícios substanciais para a Defesa, com base no argumento de que a nação que controla as tecnologias mais avançadas será a mais capacitada a construir os sistemas militares mais eficientes.

A Comissão Assessora de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional (COMASSE) tem a missão de assessorar o Ministro da Defesa e coordenar os assuntos relativos à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico de interesse da Defesa brasileira. Como característica perceptível nessa comissão, ressalta-se que ela é constituída por representantes de ministérios com atribuições marcantes na área técnica e científica, entre eles o Ministério da Defesa, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério das Comunicações e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Identifica-se

este trabalho conjunto como sendo um forte indicador de potencial para soluções contínuas e de longo prazo (BRASIL, 2008).

No que se refere à base de pesquisa em defesa, conceitualmente, a sua principal finalidade é assistir a formulação de requisitos operacionais, especificações correspondentes e suporte para as aquisições de materiais de defesa (DAVIES, 1994). Grande parte da tecnologia de defesa é transferida para a indústria de defesa visando ao desenvolvimento de equipamentos, embora nem sempre seja possível sua utilização. Em alguns casos (como no do cristal líquido, em que a pesquisa foi realizada na Universidade de Hull, com financiamento do Ministério da Defesa britânico), o investimento era tão elevado que teve de esperar os pesados investimentos da indústria eletrônica japonesa para a tecnologia ser utilizada comercialmente<sup>3</sup>.

Finalmente, a exploração da base de pesquisa em defesa requer que se disponibilizem as informações relevantes para a indústria. Adicionalmente, quanto mais a indústria se capacita e participa nas tecnologias de defesa, mais competências estarão disponíveis para a Defesa cumprir sua missão.

---

<sup>3</sup> <http://www.hull.ac.uk/chemistry/research/LCgroup/history.htm>

### 3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS

O processo de comercialização de propriedade intelectual é muito complexo, altamente arriscado, consome muito tempo, custa muito mais do que se imagina e geralmente falha (USA, 1985, p. 12).

O conceito de transferência de tecnologia é muito amplo e pode ser aplicado ao movimento de tecnologia entre países, empresas e aplicações<sup>4</sup>. A transferência de tecnologia ocorre sempre que a tecnologia se move entre unidades de produção ou entre aplicações, entre países ou dentro de um determinado país. O foco da transferência pode ser:

- nos efeitos da transferência de tecnologia de países industrializados para economias em desenvolvimento;
- na transferência entre empresas dentro de um país industrializado;
- nos modos pelos quais a tecnologia se move entre aqueles que a geraram em centros de pesquisa e aqueles que a aplicam em plantas de produção ou no fornecimento de serviços; e
- na transferência de tecnologia de uma aplicação para outra.

Reproduzem-se mais adiante as definições de transferência de tecnologia entre aplicações, segundo Jordi-Mallart (1997). Sob este enfoque, a transferência de tecnologia de uso dual será uma instância da transferência de tecnologia que ocorre quando uma tecnologia, desenvolvida para uma aplicação militar, é transferida para uma aplicação civil ou vice-versa. A transferência de tecnologia entre países será apresentada por meio de um caso histórico no final do capítulo.

Percebe-se que esse tipo de transferência entre aplicações pode ocorrer sem a tecnologia mover-se fisicamente de uma instalação. O maior foco na literatura tem se concentrado nos problemas que decorrem quando uma tecnologia se move entre empresas ou

---

<sup>4</sup> Emprego de meios para atingir um fim; uso específico.

países. Ressalta-se, ainda, que uma tecnologia pode mover-se dentro dos limites de uma planta. Isso acontece quando as empresas decidem participar em processos de diversificação ou de conversão. A empresa desenvolverá novos produtos e novas competências e, para esse propósito, as instalações de produção terão de ser adaptadas. Todos esses esforços serão parte de uma forma específica de transferência de tecnologia. Portanto, na transferência de tecnologia de uso dual, como uma instância específica de transferência entre aplicações, o deslocamento físico da tecnologia não é condição nem necessária e nem suficiente (BRAND, 2003).

Neste ponto, distinguem-se duas diferentes formas de transferência de tecnologias de uso dual, dependendo se a transferência ocorre dentro da mesma unidade (transferência interna) ou entre unidades (transferência externa). Mais especificamente, um laboratório que desenvolveu um componente para uso em um rastreador de mísseis infravermelho pode decidir adaptá-lo para a utilização em equipamentos comerciais de vigilância. Dentro dos limites da unidade fabril, se a empresa implantar sua capacidade tecnológica para adaptar um produto, inicialmente desenvolvido para uma aplicação militar, para uso civil, trata-se de um processo interno de transferência de tecnologia de uso dual. Por outro lado, se o mesmo laboratório optar por licenciar a tecnologia básica para outra empresa desenvolver o produto, trata-se de uma transferência externa de tecnologia de uso dual.

Nota-se, ademais, que uma tecnologia de uso dual pode ser transferida dentro da unidade, ou mesmo entre unidades sem qualquer intenção de alterar sua aplicação. O laboratório do exemplo acima pode vender uma licença do seu componente de rastreador de mísseis para outra empresa que pretende utilizar a tecnologia para a mesma aplicação militar. Há um caso de transferência entre unidades econômicas, mas mantendo a finalidade original do componente. Há um processo de transferência de tecnologia, mas não se trata de um caso de transferência de uso dual, conforme definição há pouco apresentada.

Distinguem-se diferentes formas de transferência de tecnologias de uso dual, dependendo do tipo de tecnologias transferidas, quem participa e como a transferência ocorre. Há pouco, foram separadas as transferências dentro de uma unidade econômica daquelas ocorridas entre diversas unidades. Adicionalmente, podem-se distinguir dois modelos principais de transferência, dependendo do mecanismo de transferência ser baseado na adaptação da tecnologia para seu novo uso ou se o objetivo será a transferência direta, deixando qualquer desenvolvimento necessário ou adaptação a cargo de quem vai receber a tecnologia (MOLAS-GALLART, 1998).

- Transferência direta - a maioria das tecnologias transferidas irá requerer mudanças e adaptações no novo ambiente. Contudo, no contexto dos mecanismos da transferência direta, a responsabilidade para conduzir tais adaptações cabe ao receptor da tecnologia, não sendo preocupação de quem transfere ou do mecanismo de transferência.

- Transferência adaptativa - estas políticas envolvem as transferências de tecnologia de uso dual que tratam diretamente a adaptação das tecnologias para as suas novas aplicações. O mecanismo de transferência destina-se a executar a totalidade ou parte das adaptações necessárias.

A tecnologia específica a ser transferida, em geral, não é o único elemento que necessita adaptação. As organizações envolvidas necessitarão mudar se desejam explorar todo o potencial de um uso dual. A mudança pode envolver a criação de novas unidades ou mudanças na forma de operação da unidade em questão. Um caso especial de mudança organizacional ocorre quando atividades civis e militares, previamente separadas, forem objeto de integração. No passado, a prática comum entre os fabricantes de produtos militares era manter suas atividades civis e militares estritamente separadas. Analistas atuais argumentam que, para se explorarem os benefícios de uma economia de escala e a sinergia tecnológica entre o desenvolvimento e a fabricação de produtos civis e militares, antigas

separações deverão ser reduzidas, ou mesmo eliminadas. As atividades civis e militares deverão caminhar juntas, e compartilhar as mesmas instalações e pessoal, sempre que possível (GANSLER, 1992).

Combinando-se os dois tipos de transferência de uso dual (direta e adaptativa) com as duas principais alternativas em relação aos atores envolvidos (se a transferência é interna ou envolve mais de uma unidade econômica), obtêm-se quatro tipos de mecanismos de transferência de uso dual, apresentados no QUADRO 2, a seguir (MOLAS-GALLART, 1998):

**QUADRO 2**  
Mecanismos de transferência de tecnologias de uso dual

ATORES	MODO		
	Sem adaptação	Com adaptação	
Transferência interna para uma única unidade	Transferência interna direta	Transferência interna com adaptação	
Transferência entre duas ou mais unidades	Transferência externa direta	Transferência externa com adaptação	

Fonte: MOLAS-GALLART, 1997, p. 375.

Estes são tipos genéricos e, dentro de cada um deles, é possível estabelecerem-se outras distinções, dependendo, por exemplo, da forma como as tecnologias são transferidas. A seguir é pormenorizada a variedade de mecanismos de transferência dentro de cada tipo.

### **3.1 Transferência interna direta**

Neste mecanismo de transferência não existem preocupações com adaptações da tecnologia. A transferência direta e interna não visa a nenhuma mudança na estrutura em que as corporações operam. Em particular, se as operações civis e militares são separadas, elas continuarão dessa forma. A Seção ou Divisão que recebe a tecnologia é inteiramente responsável por seu desenvolvimento e exploração futuros.

Como exemplo, a GEC-Marconi estabeleceu uma política de manter uma separação clara entre suas atividades civis e militares. Os laboratórios de desenvolvimento da

fábrica recebem os resultados de pesquisa de três centros de pesquisa com foco mais geral. Em outras palavras, as instalações centrais de pesquisa desenvolvem um conjunto de tecnologias de uso dual para serem transferidas para diferentes divisões de produtos militares e produtos civis. O desenvolvimento futuro da tecnologia depende dos laboratórios da fábrica que, deste modo, engajam-se em um processo de diferenciação para aplicações específicas, civis ou militares. Desta forma, a GEC-Marconi pôs em prática mecanismos de transferência de tecnologia, dentro da corporação, deixando a adaptação para aplicações específicas a cargo dos recebedores da tecnologia (GRUNEMBERG, 1995).

Outro exemplo de mecanismo de transferência direta e interna é o estabelecimento de base de dados centralizada de produtos. Esta é uma tendência recorrente em setores como o espacial, que emprega ampla estratégia de utilização de ferramentas sofisticadas de Tecnologia da Informação (TI) para o projeto de sistemas complexos. Estas bases de dados contêm os dados de todos os componentes e subsistemas desenvolvidos pela Organização. Esse repositório de informações técnicas pode ser utilizado para outros projetos. Portanto, mesmo quando as divisões de produtos militares e produtos civis são estritamente separadas, elas disponibilizam os resultados de seus projetos nesse repositório de dados comum, no qual os engenheiros das divisões de produtos civis e produtos militares têm acesso. Desta maneira, a base de dados de produtos viabiliza um canal para a transferência de tecnologia interna (MOLAS-GALLART, 1998).

### **3.2 Transferência interna com adaptação**

As políticas da transferência interna e adaptativa tratam dos vários processos de adaptação necessários, de modo que as tecnologias de uso dual transferidas internamente podem ser exploradas para as suas novas aplicações pretendidas. Elas são efetivadas no contexto de uma estratégia corporativa ampla, abordando as mudanças no balanço entre os



mercados civil e militar. Como exemplo, citam-se:

- a *Electromagnetic Sciences*, empresa americana com cerca de 800 empregados, especializada em comunicações em combate e tecnologia de guiamento de mísseis, adaptou suas tecnologias para desenvolver sistemas de gerenciamento de armazéns para controle de estoque (SMITH, 1992);
- na década de 70, *Kaman*, um fornecedor americano para a indústria de helicópteros, aplicou sua tecnologia de vibração na produção de guitarras acústicas (MARKUSEN, 1992); e
- a *Atlas Elektronik*, na Alemanha, utilizou sua tecnologia de radar de defesa para desenvolver um radar de baixa frequência na obtenção de imagens de estruturas subterrâneas (ZAKS, 1992).

A adaptação interna de produtos para ingressar em novos mercados nunca é um processo fácil. Normalmente, exigem-se vários anos de esforço para o desenvolvimento e comercialização de novos produtos em novos mercados. Em um caso bem-conhecido, a *Rockwell* levou 20 anos para trazer ao mercado o forno de micro-ondas que ela desenvolvera a partir da tecnologia de micro-ondas, aplicada durante a Segunda Guerra Mundial (ALIC, BRANSCOMB, *et al.*, 1992).

### **3.3 Transferência externa direta**

Em lugar de explorar o potencial da tecnologia de uso dual por meio de transferência interna, as unidades de negócio podem desejar vendê-la para outras empresas ou laboratórios que serão responsáveis por futuros desenvolvimentos e comercializações. Os mecanismos aqui descritos tratam de como a transferência pode ser facilitada. Questões de adaptação da tecnologia não são relevantes.

De modo geral, a empresa ou laboratório vende os direitos de uso da tecnologia

para outra empresa próxima ao novo mercado pretendido. Assim, os fornecedores de material de defesa que identificarem uma aplicação civil para seus produtos não necessitam correr o risco de explorar novos campos com grande incerteza. A venda de tecnologia constitui-se uma abordagem de baixo risco para o potencial do uso dual da nova tecnologia. A exploração da tecnologia no novo ambiente é deixada para o comprador e não há necessidade de mudança institucional para o fornecedor da tecnologia. Existem diferentes mecanismos que facilitam o encontro de potenciais compradores e vendedores de tecnologias de uso dual com a consequente conclusão de negócios, conforme descrição a seguir (MOLAS-GALLART, 1997):

1. *Empresas intermediárias de tecnologias.* São empresas que fornecem uma interface entre fornecedores de tecnologia e potenciais compradores. Operam como facilitadores de mercado para a nova tecnologia. No campo das tecnologias de uso dual, agentes intermediários são empregados para identificar tecnologias com aplicações civis originárias da pesquisa militar e comercializá-las para clientes comerciais. Essas empresas podem ser independentes e com fins lucrativos, constituídas com essa finalidade, ou podem ser organizações apoiadas pelo governo. Um exemplo disso foi a *Defense Technologies Enterprise* (DTE), empresa britânica, constituída por investimentos privados e com o suporte do Ministério da Defesa (MoD) britânico, em 1984, para transferir a tecnologia gerada nas organizações de pesquisa do MoD. Um contrato assinado entre a DTE e o MoD permitiu que funcionários da DTE fossem colocados em diversas instituições de pesquisa do MoD para identificar novos desenvolvimentos de interesse (HERDAN, 1988). A DTE ainda estabeleceu um sistema de “membros associados”, que pagam uma pequena taxa para se manterem informados das inovações das pesquisas do MoD com potencial comercial. A DTE construiu uma ampla base de dados de tecnologias transferíveis. Na prática, o sucesso da transferência foi limitado e a empresa encerrou suas atividades em 1990. Indica-se como principal razão

para o insucesso a inobservância de que a simples transferência de cópias de projetos, ou mesmo exemplos de hardware, será insuficiente porque o conhecimento tácito necessário deverá ser reaprendido antes que a tecnologia possa ser recriada no novo sítio. A retransmissão efetiva de tecnologia requer cuidadoso tratamento do conhecimento tácito dos desenvolvedores (SPINARDI, 1992).

2. *Canais de Comunicação.* A intermediação de tecnologia envolve a observação ativa e marketing para potenciais clientes civis. Uma tentativa mais tímida para viabilizar a transferência de tecnologia entre o uso civil e militar é a provisão de um foro para a comunicação entre empresas e laboratórios de defesa, de um lado, e empresários, do outro. Estas iniciativas são geralmente patrocinadas por agências governamentais ou associações da indústria e podem tomar a forma de *workshops*, seminários e conferências. As *Technology Applications Reviews* (TA) são um exemplo de um esforço estruturado para desenvolver mercados para as tecnologias geradas em instalações e programas de defesa. São baseadas em encontros entre pesquisadores e a indústria para identificar oportunidades de comercialização de produtos (TUCKER, AITCHESON e REYNOLDS, 1994).

3. *Comercialização conduzida internamente.* Empresas e laboratórios podem lançar seus próprios esforços, sem mediação, para encontrar clientes para as tecnologias que desenvolvem. Essas empresas organizam seus escritórios de divulgação de tecnologias com a mesma função dos divulgadores externos. Nos EUA, por exemplo, os laboratórios de defesa criaram seus próprios escritórios de transferência, responsável por sistematicamente identificar tecnologias transferíveis, potenciais clientes e organizar todos os aspectos da transferência.

4. *Recursos para o cliente.* É comum os estabelecimentos de pesquisa em defesa terem facilidades que podem ser de interesse para empresas comerciais. Túneis de vento e outros equipamentos de teste podem ser alugados para a indústria, explorando,

portanto, o potencial de uso dual. O uso de facilidades para objetivos intermediários vai além de alugueis ocasionais de equipamentos, resultando em plena conversão da planta. Estas mudanças ocorrem quando uma instalação de produção ou de pesquisa não pode mais operar por falta de demanda, mas o cliente de material de defesa está interessado em manter a instalação para atender a demandas no futuro.

### **3.4 Transferência externa com adaptação**

A transferência adaptativa e externa ocorre quando os mecanismos de transferência objetivam mover tecnologias entre parceiros e entre diferentes aplicações, ao mesmo tempo em que adaptam a tecnologia ao novo ambiente. Podem ser transferidos os resultados dos esforços de P&D na forma de produtos, tecnologias de processos, novos materiais, etc. O processo de adaptação em geral envolve pessoal da empresa geradora da tecnologia, trabalhando junto com o usuário em potencial. Nos exemplos a seguir, esta forma de transferência tem potencial de gerar novas organizações para gerenciar as novas parcerias. Em outras palavras, os mecanismos de adaptação externa tipicamente envolvem mudanças organizacionais. Abaixo se descrevem as principais modalidades desse processo, segundo Molas-Gallart (1997):

1. *Empresas de spin-off*. Muitas empresas e laboratórios de defesa sabem do potencial de uso dual de algumas das suas tecnologias, mas se sentem incapazes de desenvolver e comercializar essas tecnologias em novos mercados. A venda da tecnologia para empresas comerciais é uma das alternativas possíveis. Outra possibilidade é a criação de novas empresas (empresas de *spin-off*) para desenvolver e comercializar ideias e tecnologias. Este é um mecanismo comum para a comercialização de inovações emergentes dos laboratórios de pesquisa governamentais. Nos EUA, mais de cinquenta empresas são derivadas do sistema de laboratórios do governo em um período de dez anos (CARR, 1994).

Geralmente essas empresas são criadas por antigos empregados desses laboratórios para explorar tecnologias e ideias que eles desenvolveram nas suas pesquisas.

2. *Parcerias*. Em vez de abordar a transferência de tecnologia como uma transação comercial de zero ou um, o detentor da tecnologia e o recebedor da tecnologia podem optar por trabalhar em conjunto visando a adaptar a tecnologia a suas novas aplicações. Devido às dificuldades das adaptações, a parceria requer grande compromisso da empresa geradora da tecnologia e sujeita ao processo de transferência. Aquele que transfere a tecnologia deve investir tempo e esforço no processo. Os parceiros têm de detalhar a colaboração, desde aspectos legais até assuntos práticos, como responsabilidades de gerenciamento e localização. A grande maioria das parcerias envolve compartilhamento de custos entre os parceiros, mas, algumas vezes, o suporte público tem sido utilizado para organizar empreendimentos colaborativos, particularmente quando eles envolvem parceiros de diferentes áreas tecnológicas (laboratórios de pesquisa, empresas e universidades).

3. *Programas de P&D cooperativos*. Estes programas têm por objetivo melhorar a interface entre indústria, governo e instituições de pesquisa privadas e acadêmicas pelo estabelecimento de mecanismos para a colaboração em projetos de pesquisa. Essa P&D cooperativa é geralmente iniciativa de programas governamentais que fornecem incentivos financeiros e mecanismos para a condução de projetos conjuntos. Muito embora sejam raramente conduzidos por agências de defesa (não possuindo um caráter de uso dual específico), eles podem envolver instalações relacionadas ao meio militar em uma pesquisa de uso dual. Um exemplo disso são os *US Cooperative Research And Development Agreements* (CRADA), mecanismos para laboratórios do governo americano envolvidos nas atividades de defesa ingressar em acordos com setores não governamentais, estabelecendo um canal para aplicações comerciais dos resultados da pesquisa orientada à Defesa. Na década de 80, o Departamento da Indústria e Comercio do Reino Unido lançou um programa denominado *Co-*

*located Research Initiative Scheme*. A política desse programa tinha por objetivo estimular a pesquisa colaborativa por meio da cessão de pessoal de empresas em laboratórios dos estabelecimentos de pesquisa em defesa. Um exemplo disso foi o *National Electronics Research Initiative* (NERI). Um projeto típico do NERI continha cerca de dez organizações e cada uma delas cedia um pesquisador para o órgão base, um laboratório de defesa governamental (MEARS, 1987).

4. *Centros conjuntos*. Laboratórios civis e da Defesa e empresas poderão se unir para criar centros de pesquisas específicos para o desenvolvimento de tecnologias de uso dual. Um exemplo dessa tentativa são os *Dual Use Technology Centres* (DUTCs), criados no Reino Unido. Embora tenham sido implantados de muitas maneiras, o objetivo comum dos DUTCs é facilitar a exploração de pesquisas orientadas à Defesa para propósitos civis e comerciais.

### **3.5 Eficácia da transferência de tecnologia**

Em linhas bastante gerais, pode-se afirmar que a transferência de tecnologia é o movimento de tecnologia e *know-how* relacionado à tecnologia de uma organização entre parceiros (indivíduos, instituições e empreendimentos) a fim de aumentar o conhecimento e a expertise de pelo menos um parceiro e também fortalecer a posição competitiva mútua. A transferência de tecnologia ocorre em todos os estágios do processo de inovação, desde a concepção de uma ideia até o produto final. A transferência de tecnologia é geralmente iterativa, envolvendo vários passos (*steps*), e pode ocorrer de modo informal entre indivíduos, consultorias formais, publicações, *workshops* e projetos conjuntos envolvendo grupos de especialistas de diferentes organizações. A transferência pode estar confinada a regiões específicas de um país ou pode ocorrer mesmo entre países.

A eficácia das atividades de transferência de tecnologia em um país é moldada por

múltiplos fatores. Entre os mais importantes estão a escala e a intensidade tecnológica do mercado doméstico; o desempenho do trabalho doméstico e mercados de capitais; o volume e composição dos gastos públicos e privados em P&D; o grau de integração com fontes externas de tecnologia; o regime interno de propriedade intelectual; dotação de recursos humanos e instituições de P&D e políticas públicas, práticas privadas e atitudes que moldam a perspectiva coletiva da nação em relação à inovação, a mudanças e a riscos (BRAND, 2003).

### **3.6 Caso histórico**

Apresenta-se, a seguir, um caso de falha de transferência de tecnologia, no qual os componentes individuais - pessoas, conhecimentos, instituições e máquinas – contribuíram para a falha do projeto de desenvolvimento de um caça a jato (Projeto Pulqui II), conduzido na Argentina entre 1946 e 1955 (HAGOOD, 2006).

A Argentina manteve vínculos com os governos nazista e fascista na década de 1940, acolhendo em seu território vários cientistas, engenheiros e técnicos alemães, após o fim da Segunda Guerra Mundial. Esse elemento, somado à transferência de expertise para fora da Alemanha no referido período, e à política de substituição de importações formaram o arcabouço para o projeto de transferência aeronáutica (CAMARASA, 1995).

#### **3.6.1 Projeto Pulqui**

O projeto foi chefiado pelo engenheiro alemão Kurt Tank, que emergiu, em 1930, como figura central da indústria de aviação nazista. Em 1938, Tank projetou o Fw 200 Condor, que realizou uma viagem transatlântica de Berlim a Nova York e, durante a guerra, ainda projetou o Fw 90, considerado um dos mais rápidos e mais avançados caças daquele período, além do Ta 183, um projeto inacabado cujas plantas, capturadas, serviram de base para o desenvolvimento do caça soviético Mig-15 (BURZACO, 1995; CONRADIS, 1960;

FRENKEL, 1992; WAGNER, 1998).

Tank aceitou secretamente o emprego na Argentina, trazendo o projeto Ta 183. Naquele país recebeu documentos falsos e assumiu a direção do Instituto Aerotécnico (IAe).

O primeiro protótipo de um avião de caça foi construído com êxito em 16 de julho de 1950 e Perón revelou o caça em um show aéreo, em 1951. Embora um dos últimos protótipos tenha caído, na quinta e última versão construída (conhecida como Pulqui IIe) foram resolvidos os problemas que provocaram o acidente e ainda se estendeu o alcance operacional da aeronave. O último voo do IIe ocorreu em 18 de setembro de 1959, muito depois de um golpe ter removido Perón do poder, e confirmou a saída de Tank da Argentina. Apesar do sucesso técnico, a falta de produção em escala encorajou Tank a buscar outro lugar, mesmo antes do fim do governo peronista. Seu próximo emprego foi na *Hindustan Aeronautics Limited* (HAL), na Índia, onde Tank e sua equipe chegaram em 1956 e começaram a trabalhar no HF-24 *Marut*, o primeiro avião militar projetado e fabricado na Índia. O caça voou em 1961 e permaneceu no serviço ativo até 1985. Apesar de problemas técnicos que não permitiram ao HF-24 explorar seu pleno potencial de projeto, a HAL fabricou 147 cópias (HAL, 2001). O projeto, desenvolvimento e produção do Marut fazia parte do conceito de industrialização do Primeiro Ministro Nehru, que priorizava a industrialização em larga escala, o sistema de produção e as indústrias de bens de capital que estimulassem um maior desenvolvimento de outros setores da indústria (SENGUPTA, 1998).

### **3.6.2 Componentes da transferência de tecnologia**

Os principais componentes que influenciaram diretamente no fracasso do projeto são analisados a seguir:

1. *Pessoas* – uma parte do insucesso do Pulqui II pode ser atribuída à falta de treinamento e diálogo entre alemães e argentinos. A equipe de Tank era formada por cerca de 60 imigrantes alemães que vieram com ele. Essa equipe, relativamente grande, concebia e



executava a construção dos protótipos com pouquíssimo intercâmbio com técnicos argentinos. Em contraste, apenas 16 engenheiros de projeto acompanharam Tank na Índia, a equipe alemã foi envolvida somente no desenvolvimento do projeto do *Marut*. Diferentemente da Argentina, na Índia os engenheiros locais foram responsáveis pela engenharia de produção, ferramentas de projeto e atividades de manufatura. A equipe da HAL relembra a vontade dos projetistas alemães em apreciar e incorporar as sugestões feitas por projetistas indianos, pilotos de teste e trabalhadores da produção (HAL, 2001). O maior êxito de Tank na Índia, se comparado ao projeto argentino, mostra que o mesmo núcleo de uma equipe foi bem-sucedido em transferir tecnologias sob condições de pessoal e níveis de comunicação entre estrangeiros e locais.

2. *Conhecimentos* - antes da chegada de Tank, a Argentina possuía conhecimentos da tecnologia espacial. A Fábrica Militar de Aviação, em Córdoba, predecessora do Instituto Aerotécnico, construiu vários modelos de aeronaves e motores sob licença alemã, desde sua fundação, em 1927. No entanto, a superioridade do projeto de Tank para o *Pulqui II* confirmou que Tank e sua equipe alemã tinham acesso a tecnologias mais avançadas, expertise adquirida na *Luftwaffe* no período que antecedeu à guerra. Isto explica por que ele e outros cientistas, engenheiros e técnicos alemães eram tão requisitados por norte-americanos e soviéticos no pós-guerra. A matriz de conhecimentos incorporados à equipe de Tank era tão ampla que ela podia construir um jato na sua totalidade. Entretanto, o desaparecimento dessa capacidade da Argentina, com a saída de Tank, mostra que esse conhecimento era tácito, pois a aquisição de plantas e especificações do Projeto Pulqui II não foi suficiente para a Argentina construir o caça.

3. *Instituições* - a transferência de tecnologia baseia-se em uma rede de instituições públicas e privadas dentro da economia nacional que financiam, difundem e utilizam os resultados da pesquisa tecnológica (PIETROBELLI, 2002). Essa rede inclui

agências do governo, leis e regulamentos que definem direitos à propriedade intelectual, o sistema nacional de educação e empresas privadas que investem em tecnologia.

A transferência de tecnologia testa instituições e sistemas. A falha de um projeto é normalmente atribuída à incapacidade de absorção do sistema (MOWERY, 1994).

O IAe foi criado com a missão de tornar-se completamente independente da indústria estrangeira (HAGOOD, 2006). No entanto, no final da década de 1950, embora houvesse várias empresas estrangeiras especializadas em aviônica, equipamento eletrônico, trens de pouso, freios, etc., o IAe insistiu no desenvolvimento e manufatura local de todos esses componentes. A compra de equipamentos no exterior ou mesmo a fabricação local, sob licença, teria evitado a fabricação de aviões lentos e pesados (BURZACO, 1995).

Em 1958, uma lição ficou clara para o sistema de inovação argentino: o projeto Pulqui II não gerou o desenvolvimento industrial desejado. A falha deste projeto contribuiu para uma mudança no sistema de inovação em que se encoraja o investimento direto estrangeiro e propriedade privada como facilitadores da transferência de tecnologia e inovação necessária ao desenvolvimento industrial.

4. *Elementos técnicos* - Tank não importou uma quantidade significativa de máquinas, produzindo seus protótipos com as ferramentas disponíveis no IAe – equipamentos que não atendiam aos requisitos de uma produção em massa. Ao visitar as instalações do IAe pela primeira vez, ele notou a falta de um moderno túnel de vento e de prensas de aço (CONRADIS, 1960). Assim, Tank construiu seus primeiros protótipos com madeira e tecidos com alguns suportes de aço para o apoio estrutural. A indústria argentina e as instalações fabris nunca obtiveram o nível de manufatura necessário para produção em massa do avião a jato. Contudo, o *Pulqui II* voou e é considerado um projeto bem-sucedido. Foi a produção em massa que nem sequer chegou a ser tentada.

#### **4 TECNOLOGIAS SENSÍVEIS E REGIMES DE CONTROLE**

Atualmente, a relação entre fornecedores e compradores de tecnologias de ponta de uso dual é dependente dos regimes seletivos de controle que, invariavelmente, dão origem a situações políticas conflitantes. Os regimes de controle foram criados, inicialmente, para frear o desenvolvimento de mísseis balísticos, satélites de reconhecimento militares, armamento e sistemas de armas. Por outro lado, afirma-se na literatura especializada que considerações de natureza econômica estimularam o surgimento desses regimes. De qualquer maneira, é consenso que os problemas causados por esses mecanismos são de tal magnitude que se torna necessário repensar os seus modos de efetivação nos dias atuais. Sabe-se, ainda, que esses regimes têm causado, direta ou indiretamente, enormes prejuízos a programas com conteúdo tecnológico de ponta em países em desenvolvimento, mesmo com orientação civil.

A hipótese mais apropriada, defendida por alguns autores, é que a relação entre fornecedores e compradores na transferência de tecnologias de uso dual é mais bem explorada com base em medidas de cooperação entre Estados, e não por meio de regimes de controle seletivos ultrapassados (GARCIA JÚNIOR, 2007).

Historicamente, os regimes de controle de tecnologia têm duas origens. Uma é a negação das tecnologias avançadas aos países que não assinaram o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP). A outra é a negação do fluxo de tecnologias avançadas a países socialistas – o Regime COCOM. Mais recentemente, esses mecanismos foram ampliados de modo a incluir o desenvolvimento de mísseis, armas químicas e biológicas (armas de destruição em massa, WMD). Esses mesmos mecanismos ainda atingem países que assinaram o TNP, mas são considerados antiamericanos como Síria, Líbia e Irã (LONGO, 2007).

Nesse contexto, os bens e a tecnologia empregados na produção de armas de

destruição em massa são itens designados como "sensíveis" e são de especial interesse estratégico.

Tecnologia sensível, em outras palavras, é uma tecnologia de qualquer natureza (civil ou militar) que determinado país ou grupo de países consideram que não deva ser acessada, durante certo tempo, por outros países, por razões de segurança. Observa-se que, em muitas publicações, utiliza-se a designação de tecnologia sensível para denotar tecnologia de uso dual (GARCIA JÚNIOR, 2007).

Voltando aos regimes de controle, nota-se que uma característica comum a esses regimes é impedir o fornecimento não somente de equipamentos que podem ser utilizados em programas militares, mas também de tecnologias com potencial de utilização nesses programas. Deste modo, a importação de chips avançados e supercomputadores é proibida para diversos países, incluindo o Brasil.

O Brasil é signatário dos principais regimes e convenções internacionais. Entre eles, o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), a Convenção para Proibição de Armas Químicas (CPAQ), a Convenção para Proibição de Armas Biológicas e Bacteriológicas (CPAB), o Grupo dos Supridores Nucleares (NSG) e o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR). Além dos acordos internacionais, o Brasil conta, hoje, com legislação nacional que disciplina as exportações de bens e tecnologias sensíveis, os serviços vinculados a tais bens e os bens de uso dual (GARCIA JÚNIOR, 2007).

A comercialização de bens sensíveis requer o atendimento a uma série de exigências, por parte das empresas brasileiras, com a finalidade de obter a autorização do governo federal, por meio da Comissão Interministerial de Controle de Bens Sensíveis (CIBES). A Agência Brasileira de Inteligência (ABIN) atua na CIBES na qualidade de órgão assessor da Secretaria-Executiva, exercida pela Coordenação-Geral de Bens Sensíveis do Ministério da Ciência e Tecnologia (LONGO e MOREIRA, 2010).

Uma análise sucinta permite constatar que, desde a Segunda Guerra Mundial, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico têm praticado, juntamente com seus aliados, o cerceamento de terceiros ao acesso de tecnologias que eles consideram sensíveis.

A primeira organização criada para coordenar as restrições à exportação de tecnologias sensíveis foi o *Coordinating Committee for Multilateral Control (COCOM)*, fundado em 1949, que visava a coibir as transferências de uso dual para os países comunistas.

Por ocasião da sua extinção, em março de 1994, o COCOM era composto por 17 países industrializados, incluindo os membros da OTAN (exceto a Islândia), mais o Japão e a Austrália (GARCIA JÚNIOR, 2007)

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. O acordo é conhecido com o nome de *Wassenaar Arrangement (Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Goods and Technologies)*. Os países signatários do acordo concordaram em controlar a exportação de itens e de tecnologias constantes de uma lista de mais de cem produtos e tecnologias considerados sensíveis, revista periodicamente, e de uma lista separada, referente a munições (GARCIA JÚNIOR, 2007).

Outro exemplo de cerceamento é a *Homeland Security Presidential Directive*, publicada 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 que, mesmo que um estrangeiro não seja cidadão dos países discriminados (Cuba, Irã, Líbia, Coreia do Norte, Sudão, Síria, Índia, China, Israel, Paquistão e Rússia), se o seu campo de estudo for, particularmente, em ciência, tecnologia e/ou engenharia, terá de ter seu visto

submetido ao crivo de *security clearance*, independentemente do seu país de origem (LONGO, 2007)

As áreas de estudo consideradas sensíveis constam da *Technology Alert List* (TAL), que compreende uma vasta relação em cada um dos seguintes tópicos: munição convencional, tecnologia nuclear, sistemas de mísseis, veículos aéreos não tripulados, aviônicas, navegação e controle de voo, 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 (LONGO, 2007)

Finalmente, em 28 de abril de 2004, os 15 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 Assembleia-Geral, aprovaram a Resolução nº 1.540. Esta Resolução determina 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 supracitadas, 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, ao

desenvolvimento das mesmas. Criou ainda um Comitê que, pelo período de dois anos, encarregar-se-ia do envio de relatórios ao Conselho de Segurança sobre a obediência dos Estados membros à norma. Das determinações da Resolução foram excluídos aqueles países já aceitos, de fato ou de "direito" no Clube Atômico. Enfim, os EUA, o país que mais advoga o livre comércio no mundo, restringe politicamente outros países a comercializarem bens constituídos, ainda que parcialmente, por componentes norte-americanos (GARCIA JÚNIOR, 2007).

Como é relevante para este trabalho, descreve-se, nas duas seções a seguir, a evolução dos setores nuclear e espacial no Brasil. Feito isso, apresentam-se características desses setores que podem ser trabalhadas, visando à obtenção de tecnologias de ponta para projetos futuros e melhorias nos sistemas atuais.

#### **4.1 Setor nuclear**

A história do setor nuclear brasileiro teve início em 1930, com o início de experimentos com a fissão nuclear. A maioria das pesquisas foi realizada na Universidade de São Paulo, com muitos cientistas estrangeiros contratados. Em meados da década de 30, o Brasil descobriu vastas minas de urânio e monazita, que permitiram ao Brasil, na década de 40, firmar vários acordos com os EUA, pelos quais os americanos forneciam tecnologia nuclear ao Brasil em troca de monazita. Assim, em 1957, com assistência americana do programa americano *Atoms for Peace*, o Brasil construiu o primeiro de dois reatores de pesquisa no Estado de São Paulo. O segundo veio a ser construído em Belo Horizonte em 1960. Na sequência, o Brasil construiu seu primeiro reator de pesquisa no Rio de Janeiro, de forma autóctone, em 1965 (ZAMBORSKY, 2003). Os EUA forneceram o urânio enriquecido para os reatores e mantiveram estrita fiscalização sobre esses reatores. Ambos os países também colaboraram no ciclo do combustível desses reatores. O Brasil fornecia o urânio

natural e pagava para tê-lo processado. Como vislumbrado pelo programa *Atoms for Peace*, os EUA mantinham controle sobre a tecnologia e os subprodutos dos reatores.

Motivado pelo sucesso dos reatores de pesquisa, o Brasil decidiu planejar a construção de um reator nuclear em Angra dos Reis, RJ, em 1968. Após três anos, a *Westinghouse Electric*, empresa americana, concordou em fornecer a tecnologia da planta, dando início à construção de Angra I. Por outro lado, as autoridades brasileiras ficaram insatisfeitas com o acordo com a *Westinghouse* porque o mesmo impedia a transferência de tecnologia, deixando o País dependente do processamento do urânio no exterior. O acordo exigia, ainda, que o Brasil abrisse suas instalações nucleares para inspeções da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), mesmo sem o Brasil ter assinado o TCP à época (RIBEIRO, 2002).

No início da década de 70, o governo brasileiro reafirmou o desejo de autonomia do programa nuclear brasileiro, decorrente do rápido desenvolvimento do programa argentino, que gerava um desequilíbrio de poder na região (BERTSCH, T., *et al.*, 1994). A partir deste ponto, o Brasil fez uma mudança abrupta no seu programa nuclear em 1975, optando por obter a tecnologia nuclear da então Alemanha Ocidental, apesar de grande protesto dos EUA. Foi firmado um acordo Brasil-Alemanha em 27 de junho de 1975 para a transferência para o Brasil de: (a) oito reatores nucleares (cada um com capacidade para gerar 1300 MW); (b) uma planta em escala comercial para enriquecimento de urânio; (c) uma planta-piloto para o reprocessamento de plutônio; e (d) a tecnologia de enriquecimento “*Becker jet nozzle*”. Ressalta-se que esse foi o primeiro acordo de transferência de tecnologia que incluía o ciclo completo de combustível nuclear, englobando enriquecimento e reprocessamento. Os EUA se opuseram ao acordo de forma enfática. Embora não tenham conseguido convencer *Bonn* a cancelar o acordo, persuadiram a Alemanha a incluir algumas salvaguardas (ZAMBORSKY, 2003).



Hoje, como resultado desse acordo, o Brasil dispõe de duas usinas nucleares e mais uma em construção.

O acordo de 1975 não incluía salvaguardas da IAEA, o que permitiu ao Brasil transferir a tecnologia para seu programa de desenvolvimento de armas. O acordo também previa o treinamento de especialistas em tecnologia nuclear na Alemanha, o que contribuiu para o *know-how* do Brasil na área nuclear. Isto permitiu que o país iniciasse um programa secreto, denominado projeto Solimões, que visava ao desenvolvimento de armamento nuclear, em 1975. Uma vez que esse programa veio a público, passou a ser conhecido como Programa Paralelo. Ainda no início da década de 80, a Marinha do Brasil (MB) planejou a construção de submarinos de propulsão nuclear. O plano naval resultou numa expansão do Programa Paralelo, enquanto o programa nuclear civil estava praticamente parado. Os governos aceleraram os investimentos buscando o domínio do ciclo completo do combustível nuclear. Como resultado desse esforço, em 1987, o Presidente Sarney declarou que o Brasil tinha obtido sucesso no enriquecimento do urânio 235 a 20% em condições de laboratório (ZAMBORSKY, 2003).

Um ano depois, em 1988, a nova Constituição brasileira proibiu o uso militar da energia atômica, exigindo que qualquer atividade nuclear fosse submetida à aprovação do Congresso Nacional. Em 1990, o sucessor do Presidente Sarney, Fernando Collor de Melo, restringiu ainda mais o programa nuclear brasileiro, com o fechamento do local de teste na serra do Cachimbo, no Pará, e publicamente revelando que os militares tinham secretamente planejado a construção de armamento atômico.

Esse declínio foi atribuído à diminuição da tensão entre Brasil e Argentina, que concordou em reduzir suas ambições nucleares. Em 18 de junho de 1991, Fernando Collor e Carlos Menem, da Argentina, firmaram um acordo sobre o uso pacífico da energia nuclear.

O acordo mais importante entre Brasil e Argentina foi assinado em 13 de

dezembro de 1991 na sede da IAEA em Viena. O acordo prevê acesso completo da IAEA em instalações nucleares brasileiras e argentinas e inclui, ainda, a manutenção dos “segredos tecnológicos” de cada país e o direito de cada um deles de desenvolver propulsores nucleares para a sua frota de submarinos nucleares (ZAMBORSKY, 2003).

Em 30 de maio de 1994, o Brasil ratificou o Tratado de *Tlatelolco*, que bane o armamento nuclear nas regiões do Caribe e América do Sul. Por décadas, o Brasil vinha se recusando a assinar o TNP, argumentando que o tratado é discriminatório e interfere na soberania de cada país membro. Finalmente, na presidência de Fernando Henrique Cardoso, o Brasil retirou essas objeções, ratificando o TNP e o *Comprehensive Ban Test Treaty* (CBPT), em 13 de julho de 1998 (BERTSCH, T., *et al.*, 1994).

Em janeiro de 2003, após o presidente Lula assumir o poder, o novo ministro de Ciência e Tecnologia, Roberto Amaral, declarou que o Brasil reafirmava seu compromisso com o TNP, adicionando que o país deseja os conhecimentos da fissão nuclear devido a sua aplicação na medicina, produção de alimentos e muitos outros empregos com fins pacíficos. Os diplomatas americanos sediados em Brasília se convenceram de que o governo Lula não tem intenção de retirar-se do TNP nem de reativar o programa de armamento nuclear brasileiro.

## **4.2 Setor espacial e de mísseis balísticos**

No Brasil as atividades relativas ao espaço iniciaram-se em 1965, quando engenheiros brasileiros iniciaram o projeto do veículo lançador de satélites. O programa espacial brasileiro acelerou-se em 1979 e, em 1994, foi criada a Agência Espacial Brasileira (AEB). Essa agência atualmente possui duas bases de lançamento e um centro de controle de satélites. O complexo de lançamento de Alcântara, no Estado do Maranhão, é a principal instalação espacial brasileira; mais de 200 foguetes-sonda suborbitais já foram lançados a

partir desse local desde sua construção em 1986. De forma autóctone, a AEB desenvolveu o Veículo Lançador de Satélites (VLS), com capacidade de para pôr em órbita pequenos satélites.

Infelizmente, o programa VLS sofreu três falhas sucessivas. A primeira foi em novembro de 1997; a segunda, em dezembro de 1999; e a terceira, em agosto de 2003. O segundo acidente também destruiu um satélite de construção nacional e o terceiro acidente – uma explosão do motor do foguete que causou o colapso da plataforma de lançamento – destruiu dois satélites e causou a morte de vinte pessoas, a maioria engenheiros e cientistas com vasta experiência no setor espacial. Apesar disso, o Brasil não desistiu de sua busca pelo desenvolvimento de sua capacidade de lançamento de foguetes. O programa VLS é planejado e conduzido pela Força Aérea Brasileira (FAB) e pela AEB.

Atualmente, o Brasil não está desenvolvendo nenhum programa de mísseis balísticos. O país teve um programa com essa finalidade no início da década de 80 para fazer frente ao programa de mísseis argentino CONDOR II e, também, para obter divisas em moeda estrangeira oriunda da exportação desse material bélico. O Brasil obteve considerável sucesso na comercialização dos seus mísseis e foguetes no exterior. A AVIBRAS vendeu aproximadamente 66 lançadores ASTROS II para o Iraque durante a década de 80 e um número não divulgado para a Arábia Saudita, Catar e Barein. As vendas desse lançador de foguetes totalizaram um bilhão de dólares entre 1982 e 1987, transformando o Brasil no sexto maior exportador mundial de armamento (BERTSCH, T., *et al.*, 1994). Nesse período, a AVIBRAS em parceria com a ÓRBITA estava desenvolvendo mísseis balísticos com alcance entre 150 km e 1000 km. Contudo, no início da década de 90, o Brasil decidiu suspender seu programa de mísseis balísticos por várias razões: inicialmente, em meados da década de 80, governos civis assumiram o poder na Argentina e no Brasil; na esfera regional, esses governos priorizaram a construção de medidas de confiança, priorizando projetos civis de

desenvolvimento tecnológico. Deste modo, as ameaças à segurança regional, que motivaram os programas de mísseis balísticos, foram reduzidas. Em segundo lugar, os engenheiros brasileiros encontraram sérias dificuldades para superar os desafios técnicos associados à construção de foguetes de longo alcance e componentes de guiamento e controle. E, por último, o Brasil começou a considerar a sua adesão ao MTCR na esperança de obter tecnologia sensível para alavancar o seu programa VLS (ALVES, 2001).

Em 1993, a administração Clinton adotou novos critérios para adesão ao MTCR, incluindo um que requeria do solicitante o abandono de qualquer programa de mísseis balísticos de categoria I. A nova política também declarava que os EUA não apoiariam o desenvolvimento ou aquisição de veículos lançadores fora do MTCR. Além disso, para membros do MTCR, os EUA não encorajariam o desenvolvimento de novos programas de veículos lançadores que suscitasse questões de proliferação de armas. Os EUA considerariam a exportação de itens controlados para programas pacíficos de lançadores dentro do MTCR numa análise caso a caso. O Brasil foi o primeiro caso. Em 1995, a administração Clinton concordou com a entrada do programa espacial brasileiro no Regime, onde ele poderia beneficiar-se da cooperação com outros países membros. Para convencer Washington a não vetar a entrada do Brasil no MTCR, o país teve de abdicar do seu programa de mísseis balísticos que ultrapassavam os parâmetros da Categoria I, isto é, alcance máximo de 300 km e carga de 500 kg (ALVES, 2001).

Embora o Brasil tenha anunciado o fim de seu programa de mísseis balísticos antes de ingressar no MTCR, o país foi visto com desconfiança por membros do Regime, particularmente os EUA. O país ingressou no MTCR em 1995, ano em que surgiram rumores da venda de tecnologias de mísseis da Rússia para o Brasil. Naquela ocasião, o Brasil afirmou que queria a tecnologia para o seu programa espacial civil. O acordo russo-brasileiro foi também debatido no Congresso americano. Enquanto Washington aceitou que Brasília não

transformaria seu veículo lançador em míssil balístico, ainda via com desconfiança a capacidade brasileira de proteger as tecnologias de uso dual relacionadas a mísseis.

### 4.3 Características da indústria de alta tecnologia

Em primeiro lugar, identificam-se algumas características específicas das empresas que operam nesse setor (PETRONI, VENTURINI e SANTINI, 2010):

a. operam em um domínio econômico e técnico internacional. Isto é exigido porque a complexidade e os altos custos envolvidos necessitam da agregação de competências técnicas multinacionais e várias fontes de financiamento; e

b. o grupo das empresas que dominam o setor tende a ser bastante estável no sentido de que a inserção de novos fornecedores em volta dos principais *players* é bastante reduzida. O elevado grau de especialização dos “sistemas” e dos fornecedores geram grandes barreiras para ingressar-se nessa área, dado o alto custo de treinamento envolvido.

Ainda no setor espacial, de especial interesse para a defesa, inúmeros avanços tecnológicos são obtidos a partir de programas de lançamentos, fabricação e controle de satélites e do processamento em terra dos dados transmitidos por satélites.

Destacam-se as seguintes tecnologias dessa área com potencial para gerar spin-in para a indústria de defesa:

- emprego de novos materiais, mais leves e mais resistentes (a altas temperaturas, radiações, etc.);
- geração de energia e sistemas de distribuição para equipamentos a bordo;
- sistemas de rastreamento que unem os giroscópios que determinam a orientação do satélite durante sua trajetória;
- antenas sofisticadas para a transmissão e recepção de dados; e
- sensores de atitude que detectam a posição do satélite e as condições de

navegação junto com motores e atuadores.

#### **4.4 Estratégia de transferência de tecnologia de ponta**

Os países industrializados investiram estrategicamente em tecnologias de ponta há várias décadas, com destaque para os setores espacial e nuclear. Os altos custos exigidos no desenvolvimento dessas tecnologias, somados aos vultosos investimentos já realizados motivaram a busca por novos mercados. A busca por transferência de tecnologia apresenta-se como alternativa razoável para alguns países, desde que o país receptor da tecnologia esteja capacitado a absorver a tecnologia. Ressalta-se que nos últimos anos a redução nos orçamentos governamentais tem acentuado essa abordagem.

Uma estratégia com potencial de sucesso em médio prazo consiste em buscar-se a transferência dessas tecnologias avançadas para aplicação em produtos comerciais. Os pontos a seguir são normalmente observados:

- identificação dos detentores das tecnologias, normalmente laboratórios, centros de pesquisa e empresas que participaram da fabricação;
- a transferência segue um caminho de *down-grading*, já que os produtos de prateleira têm especificações menos restritivas; e
- possibilidade do receptor da tecnologia criar um processo de diversificação.

Com essa estratégia, vislumbra-se a possibilidade de o Brasil aumentar sua competência em áreas que frearam o desenvolvimento brasileiro. Como exemplo, citam-se as tecnologias de guiamento e controle, conhecimentos em giroscópios, materiais avançados, etc. Conforme se notou há pouco, muitas dessas tecnologias sensíveis são amplamente utilizadas em satélites. A busca de parcerias estratégicas com agências europeias se constitui numa real possibilidade de êxito.

## 5 DUALIDADE TECNOLÓGICA EM PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

Neste capítulo serão apresentadas as principais políticas delineadas nos Estados Unidos, Reino Unido e França em relação às tecnologias de uso dual.

### 5.1 Estados Unidos

Dois documentos publicados em 1995: (a) *Dual Use Technology: A Defense Strategy for Affordable, Leading-Edge Technology* (DOD, 1995) e (b) *Second to None: Preserving America's Military Advantage Through Dual Use Technology*, (OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1995) oferecem uma análise clara de como e por que a política de ciência e tecnologia do DoD mudaria. Segundo esses documentos, a tecnologia de uso dual representa uma nova maneira de fazer-se negócio. O DoD busca quebrar as barreiras entre as indústrias comerciais e de defesa e instituir processos de desenvolvimento e aquisição compatíveis internamente. Uma competência industrial, nacional e integrada, que produz *benchmarks* de primeiro mundo para custo, qualidade e ciclo de vida, permitirá ao DoD buscar um elevado desenvolvimento do produto e a eficiência da indústria comercial para atender às necessidades militares.

A nova estratégia visava a acelerar o desenvolvimento dos sistemas de armas e a introdução de avanços tecnológicos nos equipamentos militares. Um segundo benefício buscado seria a redução de custos, utilizando-se componentes comerciais em sistemas de armas. Finalmente, a estratégia deveria permitir ao DoD manter sua capacidade de responder rapidamente às contingências da defesa nacional.

Reconhece-se que a aproximação com o setor privado torna-se imperativa, caso se deseje aparelhar as Forças Armadas rapidamente para fazer frente a uma crise. O ponto de partida foi uma modificação na política de aquisição do DoD, com a consequente alteração na

gestão de três “pilares” da política de dualidade:

- investimentos de P&D em tecnologias duais;
- integração da produção comercial e militar; e
- inserção de capacidades comerciais em sistemas militares.

Considerando a reforma do sistema de aquisição como a base e as estratégias de investimento como os pilares do “templo” da dualidade tecnológica, o telhado desse templo consiste numa mudança cultural dentro do DoD e de suas agências. Isto permite ao DoD adotar uma política de aquisição baseada no desempenho e custo e também no estado da arte de tecnologias e processos de fabricação (PERANI, 1997).

### **5.1.1 Investimento em tecnologias duais**

A fim de explorar os benefícios da colaboração com a indústria civil, o DoD atribuiu alta prioridade em assegurar que a base tecnológica em áreas críticas para as Forças Armadas permaneçam na vanguarda. Como consequência, o DoD investiu nas tecnologias duais que atendem aos requisitos militares e que não foram desenvolvidas com investimentos privados isoladamente.

Os investimentos em tecnologias duais representaram quase 25% do total dos investimentos em C&T em 1995. Uma importante parcela foi direcionada para projetos relacionados a tecnologia da informação, tecnologia de materiais, eletrônica e modelagem e simulação de sistemas de alta complexidade, principalmente. Estes projetos são direcionados a sistemas com potencial de dualidade (PERANI, 1997).

### **5.1.2 Produção integrada**

A produção integrada tem por objetivo conduzir, em instalações comerciais, o desenvolvimento de tecnologia e a produção a preços de mercado. O



DoD busca esse objetivo por meio de duas abordagens (DEFENSE TECHNICAL INFORMATION CENTER, 1994):

- fomento às indústrias comerciais para desenvolver tecnologias patrocinadas pela Defesa;
- desenvolvimento de novas tecnologias de manufaturas que podem satisfazer a requisitos militares e de parceiros privados.

No primeiro caso, os benefícios resultam da economia decorrente da produção em massa, economia de escala e economia de escopo. Além destes fatores, tais tecnologias estariam disponíveis para a produção comercial, independentemente das necessidades de contratação do DoD. Esta estratégia foi bem-sucedida em vários casos, tais como, sistemas GPS, circuitos integrados monolíticos de micro-ondas e módulos multichip (MMC). Muitos desses projetos foram desenvolvidos dentro do *Technology Reinvestment Project (TRP)*, um programa da *DARPA* que visa a estabelecer *joint ventures* entre empresas comerciais e de defesa. O TRP pareceu representar um avanço real da política tradicional de C&T e empresas privadas pareciam apreciar o programa. Segundo Perani (1994), o TRP foi peça central do esforço do uso dual, pois durante seus dois primeiros anos, 1993 e 1994, várias empresas (médias e pequenas) e os principais fabricantes de produtos de defesa aderiram fortemente ao programa. Apesar deste grande interesse, o programa foi acusado por membros do Congresso de não ser orientado suficientemente à Defesa.

Em 1995 e 1996, os fundos do TRP foram reduzidos pelo Congresso sob o argumento do programa não ser efetivo o suficiente para os propósitos da Defesa e, em 1997, não foi anunciada nenhuma concorrência. O *Dual Use Application Program* retomou parte das tarefas do antigo TRP, com um orçamento bastante reduzido e com uma maior orientação à Defesa (PERANI, 1997).

A segunda abordagem enfatiza, ao contrário, o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias de manufaturas com a finalidade de produzir pequenas quantidades de

produtos militares e comerciais a preços competitivos.

### **5.1.3 Inserção e promoção**

O objetivo dessa política é a inserção dos melhores materiais, produtos, componentes, processos, práticas e tecnologias nos sistemas militares sempre que possível. Não obstante, o DoD reconhece que a adoção de produtos comerciais em sistemas militares envolve riscos para as empresas de defesa. Uma maneira de evitarem-se custos adicionais de inserção é a elaboração de projetos de sistemas militares, considerando a adoção de componentes duais desde o início. Como esta é uma área completamente nova para o DoD, a maioria do trabalho preliminar foi conduzido em três campos (CSIS, 1994):

- o planejamento da inserção de competências comerciais requer um esforço constante no gerenciamento de programas;
- a criação de escritórios com conhecimentos técnicos para identificar e avaliar oportunidades de inserção;
- a coordenação dos esforços empreendidos pelas Forças Armadas e parceiros comerciais quanto à adequação de componentes duais a nível geral, em vez de dentro de cada projeto específico.

### **5.1.4 A Implantação da estratégia de uso dual**

No início da década de 90, a economia americana apresentava desempenho inferior, quando comparada a outras economias ocidentais. Com vistas a propiciar sua recuperação, seria necessária uma redução drástica no déficit orçamentário, incluindo também redução nos gastos militares. Ao mesmo tempo, era necessário ainda melhorar a competitividade tecnológica das empresas americanas nos mercados internacionais. A estratégia de dualidade foi, portanto, concebida para ser mais que uma reforma no sistema de

aquisição do DoD, acarretando consequências tanto para a indústria de defesa como também para a economia americana como um todo (DOD, 1994).

A administração Clinton apoiou a estratégia de uso dual, mas não foi capaz de congregiar bastante suporte político para este programa, que foi muito criticado no Congresso durante meados da década de 90. Nesse período, o consenso em *Washington* e em *Wall Street* era de que a Defesa tinha feito sua contribuição na redução do déficit e futuras reduções iriam comprometer a segurança nacional.

A estratégia de dualidade provou ser muito difícil de implantar-se desde que a abordagem era nova tanto para a infraestrutura de governo como para as empresas privadas, pois ambas possuíam pouca experiência em estabelecer a ponte entre atividades militares e comerciais. A eficácia de alguns programas, como o TRP, não pode ser avaliada porque não houve tempo suficiente para validar seus resultados até aquele momento. Globalmente, os financiamentos para iniciativas diminuíram. O TRP iniciou com um orçamento de 472 milhões de dólares em 1993 e decresceu paulatinamente nos anos seguintes, até ser encerrado, finalmente, em 1997. Financiamentos para outras iniciativas similares tiveram seu pico em 1995, com 1,5 bilhão de dólares, reduzidos ano a ano para, em 1997, atingir um bilhão de dólares, mostrando uma falta de prioridade para esses programas (PERANI, 1997).

Olhando-se para esta imagem do “templo da estratégia dual”, pode-se observar que, em primeiro lugar, o telhado desmoronou: a resistência cultural (e a reação de interesses econômicos ameaçados pela estratégia de dualidade) deteriorou a efetividade do segundo e, parcialmente, do primeiro pilar. O terceiro pilar, focando o processo de inserção de tecnologias comerciais em sistemas militares, é o mais provável de dar frutos no futuro, pois as tecnologias já estão disponíveis. Por outro lado, o DoD não mudou seu conjunto de prioridades de forma substancial. O contexto no qual a “nova” política de C&T está sendo efetivada atualmente modificou-se sensivelmente, se comparado àquele cenário concebido há

alguns anos. Certo grau de ceticismo sobre a utilidade da dualidade tecnológica está de volta: há menos ênfase sobre os benefícios da utilização de produtos duais e no processo de produção dual, integrando setores militares e comerciais (GANSLER, 1995).

## 5.2 Reino Unido

Durante a década de 80, o setor militar britânico, notadamente o da produção de armamentos, foi submetido a uma ousada política de privatização, proposta por gabinetes conservadores, além da introdução de técnicas comerciais e normas de gestão nos programas de sistemas de armas (FREEMAN, 1990).

O objetivo do governo britânico era o de manter um elevado nível de competitividade da sua indústria militar quanto ao projeto e produção de armamentos avançados, ao mesmo tempo em que reduzia os gastos com as Forças Armadas. Esta política industrial, centrada na obtenção de ganhos financeiros das indústrias militares, motivou a independência das mesmas na definição de suas prioridades em P&D a partir das orientações governamentais. Por outro lado, o MoD (*Ministry of Defense*) situa-se constantemente entre as principais fontes de recursos em P&D. A razão entre os gastos com despesa em pesquisa militar e o custo total em P&D (40% em 1995) não mudou significativamente nos últimos anos (PERANI, 1997).

O sistema de inovação militar britânico é baseado na separação de papéis entre as empresas de defesa e os laboratórios públicos. Cerca de 40% dos gastos em P&D militares são distribuídos para os laboratórios públicos. Em 1991, vários laboratórios de pesquisa militares foram agrupados dentro da *Defense Research Agency* (DRA), uma agência do Ministério da Defesa. Os quatro laboratórios a seguir, maiores centros de pesquisa militar britânicos não envolvidos em pesquisa nuclear, são atualmente geridos pela DRA (OST, 1995).

- *Royal Aerospace Establishment (RAE)*;
- *Admiralty Research Establishment (ARE)*;
- *Royal Armament Research and Development Establishment (RARDE)*;
- *Royal Signals and Radar Establishment (RSRE)*

Os principais centros de pesquisa militar não controlados pela DRA são: o AWE (*Atomic Weapons Establishment*), que realiza pesquisa em armas nucleares; e o CBDE (*Chemical and Biological Defense Establishment*), com foco em armas químicas e biológicas.

Em 1993, a DRA recebeu o estatuto jurídico de fundo de comércio. Este movimento fez parte do processo maior de privatização e reestruturação das atividades de pesquisa, incluídas as militares. Desde então, a DRA e seus laboratórios não recebem subvenções, tendo de levantar fundos para suas pesquisas, concorrendo a contratos de pesquisa junto ao MoD. A DRA compete, para contratos de pesquisa junto ao MoD ou outros ministérios, em igualdade de condições com outros laboratórios de pesquisa públicos e privados, como também empresas britânicas e estrangeiras. A introdução crescente de procedimentos comerciais para a concessão de contratos para P&D militares em cinco anos, de 1991 até 1995, levou a uma redução de 20% nas despesas com P&D militares, sem inconvenientes na produção científica e tecnológica (SCIENCE POLICY SUPPORT GROUP, 1991).

Em 1995, a DRA tornou-se parte de outra agência do MoD, a *Defense Evaluation Research Agency (DERA)*. O principal objetivo dessa agência é a disseminação de sua abordagem de gerenciamento de pesquisa para outros laboratórios públicos e privados

### **5.2.1 Contribuição industrial para a pesquisa militar**

Uma grande parcela dos gastos em pesquisa militar no Reino Unido (cerca de 60% do total) é destinada a pesquisa realizada por empresas industriais.

A indústria militar britânica é capaz de produzir praticamente todo tipo de armamento, excetuando-se mísseis balísticos, bombardeiros estratégicos, principalmente. Conforme já mencionado, a indústria britânica foi privatizada progressivamente nas décadas de 70 e 80, exceto a parcela envolvida na produção de armas nucleares. No início da década de 90, essa indústria empregou aproximadamente 400.000 trabalhadores, o que representava cerca de 10% da força de trabalho na indústria. No mesmo período, ela foi responsável por uma parcela de 10 a 20% do total da produção industrial do Reino Unido (PERANI, 1997).

Não obstante a política de Defesa, que, obviamente, visa à manutenção de uma base militar industrial significativa, mesmo em um contexto competitivo, a relação entre as atividades civil e militar, seja na pesquisa ou na produção, pode ser observada notadamente. Já em 1992, um escritório parlamentar - o *Parliamentary Office of Science and Technology* (POST) - realizou um estudo sobre dualidade e técnicas de conversão no Reino Unido, apontando várias experiências de diversificação e conversão na indústria militar britânica (SCIENCE RESEARCH DEVELOPMENT, 1994).

### **5.2.2 Conexão entre a pesquisa pública e a indústria**

Em 1996, o governo britânico introduziu uma iniciativa, denominada de LINK, para alavancar a cooperação na pesquisa entre universidades, empresas privadas e instituições públicas. Até 1997, 1150 empresas (300 delas classificadas como médias ou pequenas) cooperaram com 170 instituições científicas em 83 programas, com excelentes resultados, determinados a partir de consulta envolvendo os participantes. Essa consulta mostrou que a promoção de parcerias entre universidades e empresas privadas é efetiva, oferecendo a empresas médias e pequenas a oportunidade de desenvolver e introduzir produtos e processos tecnologicamente avançados (PERANI, 1997).

Desde 1993, o programa LINK é gerenciado por um escritório do governo (OST) e, ao mesmo tempo, treze patrocinadores governamentais, incluindo o MoD, apoiam ativamente esta iniciativa. O OST exerce a coordenação e a orientação do LINK, buscando atender aos objetivos definidos no Livro Branco de 1993: *Realizing our potential - a strategy for engineering and technology*. As principais questões consideradas neste Livro Branco incluem: redistribuição de tarefas entre departamentos do governo ligados à política tecnológica e o estabelecimento de um ambicioso projeto de prospecção tecnológica. Embora o programa LINK não possa ser orientado fortemente para o desenvolvimento de tecnologias militares, o MoD e a DRA o apoiam a fim de facilitar a transferência de tecnologias sob uma perspectiva de dualidade. Atenção especial foi dada à colaboração entre o MoD e o *Department for Trade and Industry* (DTI) para a promoção de pesquisas de uso dual por meio dos Centros de Tecnologia de Uso Dual (SANDLER e HARTLEY, 1995).

### **5.2.3 Centros de Tecnologia de Uso Dual (DUTC)**

Os DUTC foram criados pelo MoD para explorarem comercialmente a pesquisa realizada por laboratórios militares. Muitas pesquisas em laboratórios militares podem produzir resultados com amplo potencial para aplicações civis. O MoD criou vários DUTC com finalidades e estruturas diferentes. Em alguns casos, eles estarão localizados em um único lugar e, em outros, o centro tornar-se-á uma rede conectando laboratórios e empresas trabalhando em um projeto de pesquisa comum.

### **5.2.4 O programa *Pathfinder***

Em novembro de 1992, a DRA iniciou um programa, denominado de *Pathfinder*, com o objetivo de definir as contribuições potenciais das empresas britânicas para os projetos de interesse militar. Periodicamente, o MoD organiza encontros com os principais gerentes

das grandes empresas a fim de informá-los sobre a evolução das prioridades da pesquisa militar. Com estas informações, as empresas compatibilizam seus programas de pesquisas com as necessidades tecnológicas do MoD. Esta parceria entre o MoD e a indústria nacional pode oferecer um grande potencial para o desenvolvimento de tecnologias duais porque as empresas que submetem projetos não têm certeza da aprovação do financiamento, pois os projetos são avaliados pela DERA numa base competitiva. Assim, essas empresas têm interesse em obter resultados que possam ser explorados comercialmente. Todas as empresas britânicas que realizam pesquisa científica podem submeter projetos patrocinados pelo programa *Pathfinder*. O custo médio do programa *Pathfinder* é de aproximadamente 320.000 dólares e 70% desses recursos são providos pelo MoD (PERANI, 1997).

### **5.2.5 A Estratégia do MoD**

A descrição das iniciativas para a dualidade tecnológica no Reino Unido sugere que o governo definiu uma estratégia bastante clara para o uso dual da tecnologia. O governo britânico compreendeu, nos últimos anos, que o desenvolvimento econômico e tecnológico deve ser suportado também pelos recursos investidos nos sistemas de pesquisa militar. O alto nível da pesquisa militar no Reino Unido pode oferecer uma contribuição relevante para o aumento da competitividade da indústria britânica se a separação entre as atividades militares e comerciais forem reduzidas. Por outro lado, o MoD é consciente de que as Forças Armadas não poderão custear as melhores tecnologias se estas forem muito dispendiosas. Portanto, a estratégia de uso dual do MoD é centrada principalmente na avaliação da extensão em que a indústria pode fornecer o que as Forças Armadas necessitam em termos de equipamentos e tecnologias. As linhas gerais da estratégia são (POST, 1991):

- financiar a pesquisa militar e motivar as empresas privadas a investir em tecnologias duais críticas para o MoD;



- produzir equipamentos militares em empresas comerciais;
- aplicar tecnologias comerciais na produção militar.

### 5.3 França

Na França, a indústria de defesa e as instituições de pesquisa militar exercem um papel central na definição da política de defesa nacional. O Governo, as Forças Armadas, a indústria de defesa e as instituições de pesquisa cooperam dentro de um sistema de produção. No centro desse sistema está a *Délégacion Générale des Armaments* (DGA), que tem responsabilidade sobre cada fase do processo de desenvolvimento e produção dos equipamentos militares. Trata-se, portanto, do principal ator na definição da política das pesquisas militares e industriais na França. É ainda o elemento que pode buscar de forma eficiente uma estratégia de dualidade (DGA, 1991).

#### 5.3.1 Dualidade tecnológica

O controle quase monolítico da DGA na pesquisa militar da França tem conduzido a uma grande separação entre as atividades de P&D civis e militares.

Os documentos mais significativos sobre a política tecnológica e pesquisas reconhecem a necessidade de explorar o potencial das tecnologias de uso dual desenvolvidas internamente e, ao mesmo tempo, afirmam que a base tecnológica e industrial é tradicionalmente dual. Por outro lado, funcionários do governo e analistas de defesa afirmam que a França não necessita de um esforço específico para promover uma maior integração entre os setores comerciais e militares. A razão apontada para isto é que a França já possui uma base tecnológica dual e que seria inútil o Ministério da Defesa definir uma estratégia de dualidade tecnológica. Nota-se, dentro da DGA, que alguns especialistas admitem que a indústria militar francesa poderia beneficiar-se de um maior grau de dualidade, mas isto é

percebido como um problema das empresas de defesa e não da DGA.

Esta abordagem torna muito difícil identificar objetivos duais em um contexto no qual a hipótese básica é aquela onde o Ministério da Defesa e a DGA não têm nenhum papel específico na promoção do desenvolvimento de uma competição significativa na indústria francesa. Soma-se a esta equação a redução constante nos gastos militares, tornando mais difícil às Forças Armadas expandirem suas tarefas tradicionais. Apesar de tudo isso, o Ministério da Defesa francês move-se lentamente em direção às questões da dualidade tecnológica, conforme é ilustrado a seguir.

O *Comissariat Général du Plan* (CGP), órgão de planejamento da DGA, publicou um relatório em 1993, onde sugere as linhas gerais estratégicas para a política de C&T na área da defesa. Pelo relatório, reconhece-se a necessidade de uma base de defesa pujante e definem-se algumas medidas para reestruturar a indústria de defesa, tomando em conta um contexto internacional em mudança.

O CGP sugere três objetivos principais: manter o predomínio da indústria de defesa, buscar novos mercados para a produção de armamento francês e aumentar as atividades de P&D numa perspectiva de "perseguir" os níveis tecnológicos dos Estados Unidos (CGP, 1993).

O papel das tecnologias duais é tratado em um apêndice do relatório do CGP, mas o conceito de dualidade é definido de uma maneira muito particular, com referência ao processo de definir quais tecnologias são críticas sob o ponto de vista militar e como as estratégias tecnológicas militares e civis podem ser integradas. Ainda segundo o CGP (1993), uma tecnologia é crítica se: ela, potencialmente, pode ser utilizada para propósitos civis e militares; o país pode aceitar certo grau de dependência de empresas estrangeiras; e ela não é sensível em termos de proliferação de armas de destruição em massa.

O critério de dualidade permitiu ao CGP identificar cinco classes de tecnologias:

- tecnologias totalmente militares, falta de dualidade (tecnologias nucleares, guerra eletrônica, etc.);
- tecnologias moderadamente duais (propulsores de mísseis, lasers, etc.);
- tecnologias parcialmente duais (óptica e optrônica, eletromagnéticas, acústicas, etc.);
- tecnologias largamente duais (motores de aeronaves, supercomputadores, etc.);
- tecnologias totalmente duais.

Paradoxalmente, a dualidade não é o critério mais importante para o CGP definir se uma tecnologia é crítica, mas o grau de dependência e os riscos de proliferação. As principais conclusões do processo de identificação das tecnologias críticas para a França são essencialmente as seguintes:

- os investimentos de P&D devem ser focados nas tecnologias críticas e devem ser em fundos extra MoD para a pesquisa de tecnologias duais;
- a mais alta prioridade deve ser dada às tecnologias para as quais a França busca ser totalmente independente do exterior;
- a colaboração europeia nas demais áreas devem ser aprimoradas;
- a prospecção tecnológica tem de ser atualizada constantemente.

### **5.3.2 As relações entre as tecnologias civil e militar segundo o relatório do CGP**

O objetivo do relatório do CGP (1993) é claramente o de garantir um papel preponderante para a França na dimensão internacional e adquirir, no campo militar, a competência tecnológica e industrial dos Estados Unidos.

A relação entre os Estados Unidos e a União Europeia move-se em direção a uma redução do apoio público às atividades industriais, mesmo a militar. Isto enfraquece esta indústria, considerando-se as diferentes dimensões do mercado civil e militar doméstico em muitos setores, notadamente o aeroespacial e o eletrônico. A necessidade para modificar, até mesmo as políticas tecnológicas em um contexto competitivo, é imediata, segundo o relatório, que ainda enfatiza a necessidade da indústria de defesa estar envolvida no processo amplo de enriquecimento do sistema de inovação nacional pelo incremento da integração entre a P&D civil e militar (PERANI, 1997).

O modelo francês pode ser descrito como uma rede com a capacidade de reorientar a pesquisa nacional em direção a objetivos estratégicos, mas com particular atenção ao potencial das tecnologias de uso dual.

### **5.3.3 A DGA e as tecnologias de uso dual**

Na França, existe uma ampla crença que a dualidade estrutural da P&D militar implica benefícios de *spin-off*. Por exemplo, o setor de aeronáutica militar constantemente vem transferindo tecnologias e *know-how* para o setor civil. A grande maioria dos especialistas em aeronáutica foi treinada no setor militar. Adicionalmente, de acordo com a DGA (1991), o fenômeno inverso de empregarem-se nos equipamentos militares produtos de pesquisas civis começa a aparecer e parece acelerar a evolução tecnológica por meio da transferência de resultados de pesquisa. Por outro lado, a DGA (1991) não considera a dualidade como um objetivo externo, mas como uma potencialidade intrínseca. Desta forma, realiza-se um intercâmbio contínuo de conhecimentos entre os setores militar e civil, envolvendo empresas industriais, instituições de pesquisa, universidades ou especialistas individualmente.

De acordo com esta interpretação, isto representa um caso perfeito de dualidade. Contudo,

outras complicações surgem quando se consideram:

- as regulações e a cultura que podem criar dificuldades na integração de componentes comerciais em sistemas militares;
- a adoção de tecnologias duais implicam redução de custos somente na fase de construção; e
- diferentes períodos de amortização de um produto militar comparado a um civil.

A implantação do uso dual é visto principalmente como a possibilidade de aumentar o efeito de *spin-in*, transferindo *know-how* do meio civil para o meio militar. A DGA (1991) considera isto como uma oportunidade que deve ser explorada, buscando o aumento da sua capacidade de identificar tais oportunidades. Tal processo deve ser completamente exógeno da atividade de pesquisa militar (PERANI, 1997).

#### **5.3.4 O Livro Branco da Defesa de 1994<sup>5</sup>**

O Livro Branco em pauta dá detalhes sobre a política de aquisição e a estratégia industrial para o setor militar francês. Os principais tópicos considerados são:

- necessidade de uma base industrial independente para equipamentos militares;
- orientação para cooperação internacional sem a perda da capacidade de desenvolvimento autônomo dos equipamentos necessários;
- colaboração com outros países em setores não estratégicos;
- tecnologias de uso dual presentes nos produtos civis e militares;
- reconhecimento que, em determinados setores, o processo de inovação civil

---

<sup>5</sup> [http://www.ambafrance-ca.org/IMG/pdf/Livre\\_blanc\\_Press\\_kit\\_english\\_version.pdf](http://www.ambafrance-ca.org/IMG/pdf/Livre_blanc_Press_kit_english_version.pdf)

é mais rápido que o progresso militar.

Uma "hierarquia" tecnológica é vista como o alicerce da política tecnológica militar francesa. No topo estão as tecnologias nucleares onde a França quer manter total independência a fim de aumentar o efeito dissuasor da sua força *de frappe*. Isto significa que um corpo de pesquisa caro, caracterizado por um alto nível de sigilo e com grande separação das estruturas de pesquisa civis, será mantido. Em um nível mais baixo está o setor estratégico não nuclear: tecnologia da informação para a proteção das comunicações, guerra eletrônica, tecnologias *stealth*, etc. Neste setor, a França quer manter uma posição competitiva, mesmo em relação a parceiros econômicos. Finalmente, aparecem as tecnologias não estratégicas. Neste campo, a política francesa orienta-se para atualizar suas capacidades mesmo pela colaboração com outros países, especialmente europeus. Merecem destaque neste campo, a eletrônica e novos materiais (PERANI, 1997).

Neste contexto, a dualidade é considerada dentro do conceito de *spin-off*. Além disto, há o reconhecimento que, em alguns setores, a Defesa não é mais o motor da inovação, tais como telecomunicações, componentes eletrônicos e novos materiais.

### **5.3.5 A reestruturação da DGA**

Em 1996, o Ministério da Defesa francês definiu um projeto com o objetivo de reestruturar a DGA. Este projeto foi focado na redução de custos, tornando a DGA mais eficiente, com menos escritórios, laboratórios e empregados. Sua principal atividade passava a ser o desenvolvimento de equipamentos militares e aquisição. Outras atividades, tais como, a gestão de empresas industriais, a coordenação de P&D industriais e várias ações internacionais tornaram-se atividades secundárias.

Apesar da mudança de organização, não se observou uma mudança de postura em relação às tecnologias duais porque ela não foi acompanhada de uma mudança cultural. Neste

contexto, a estratégia de dualidade não foi relevante, carecendo a introdução de um conceito de promover-se uma produção dual na indústria militar e um modelo de organização comercial na DGA, onde se buscasse a dualidade tecnológica como objetivo primário da política tecnológica militar francesa (PERANI, 1997).

#### **5.4 Lições aprendidas**

Pelos resultados apresentados, observa-se que as especificidades nacionais em termos de políticas de dualidade são fortemente dependentes das diferenças existentes dos sistemas de inovação civis e militares.

No início da década de 90, cada país definiu sua estratégia para as tecnologias de uso dual, variando entre os que não as consideravam uma questão relevante para a política tecnológica nacional e aqueles que as transformaram no elemento-chave da estratégia tecnológica militar.

Quando se compara os objetivos das políticas de dualidade tecnológica nos três países, observa-se uma maior convergência em relação ao campo teórico. Notadamente, nesses países os Ministérios da Defesa mantêm um controle firme sobre qualquer política tecnológica nacional que possa afetar as necessidades tecnológicas das Forças Armadas.

A promoção das tecnologias tem sido um objetivo secundário dos governos nos países aqui considerados, com a parcial exceção dos Estados Unidos, com relação a alguns poucos programas orientados à disseminação tecnológica, particularmente o TRP.

A maior dificuldade para avaliar o que estes países estão fazendo no campo das tecnologias de uso dual é a falta de uma estratégia ampla buscando a integração entre os setores civis e militares.

## **6 PERSPECTIVA BRASILEIRA PARA AS TECNOLOGIAS DE USO DUAL**

O governo brasileiro vem, continuamente, reformulando sua política tecnológica, buscando acompanhar os avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas. Os regimes de controle internacionais motivam, até certo ponto, a adoção das ações políticas e estratégicas em curso. Neste capítulo serão apresentadas progressivamente as ações desenvolvidas e os resultados obtidos neste campo ao longo das últimas décadas.

### **6.1 Necessidade por tecnologias avançadas**

Durante a década de 70, houve um divisor de águas no Brasil. O governo buscava, além das necessidades de segurança contra ameaças internas e as de natureza regional e global, obter as tecnologias de ponta, especialmente, as de uso dual. Numa tentativa de dar suporte ao desenvolvimento econômico e enfrentar potenciais desafios externos, várias iniciativas com o propósito de desenvolver competências para desenvolver tecnologias de ponta foram implantadas por sucessivas administrações. Essas iniciativas foram motivadas pelo desejo de se ter o Brasil mais independente tecnologicamente e mais parecido com as nações desenvolvidas.

As grandes preocupações com a independência tecnológica do Brasil emergiram no início da década de 70, quando pesquisas sobre a capacidade de inovação das empresas brasileiras revelaram que a maioria delas dependia de fontes externas para as tecnologias sensíveis (BIATO, GUIMARÃES e POPPE, 1973). Nesse período, a literatura ocidental documentava as implicações negativas deste tipo de dependência tecnológica para o processo de desenvolvimento a longo prazo em países como o Brasil. A solução para esse problema, proposta por muitas fontes ocidentais, foi no sentido de que o país deveria promover programas de P&D visando ao desenvolvimento de tecnologias próprias e necessárias. Para os



militares brasileiros, para alavancar o país, as tecnologias apropriadas eram as dos países ocidentais, que frequentemente tinham aplicações de uso dual.

Algumas razões podem ser apontadas para as lideranças brasileiras haverem enfatizado o desenvolvimento de tecnologias de ponta no Brasil. Em termos de desenvolvimento econômico, pesquisas em países desenvolvidos na década de 1970 indicavam que a aglomeração de profissionais técnicos no setor de alta tecnologia gerava estímulo substancial para o desenvolvimento regional. O crescimento viria na forma de novos postos de trabalho e criação de empresas pelo processo de *spin-off*. Adicionalmente, esses estudos indicavam que países como o Brasil continuariam tendo dificuldades para competir na economia internacional se falhassem no processo de entrar no ciclo de vida do produto nos primeiros estágios (VERNON, 1966).

Outra razão para o interesse da liderança brasileira nas tecnologias avançadas foi a natureza das ameaças surgidas no início da década de 70. De particular interesse para os militares brasileiros foi a intensificação da guerra verbal entre o Brasil e seu antagonista principal, a Argentina. Os argentinos mantinham uma vantagem significativa no campo nuclear sobre os brasileiros, uma lacuna que só poderia ser preenchida se os brasileiros dedicassem muitos recursos a este setor (HILTON, 1985).

De similar importância para os militares brasileiros foi a velocidade pela qual se percebia como a inovação tecnológica estava mudando o campo de batalha (HILTON, 1987). Estudos das guerras do Vietnã e Yom Kippur convenceram os militares de que a crescente sofisticação dos sistemas de armas tornara-se um grande obstáculo para a viabilidade de suas Forças Armadas no longo prazo. Esta conclusão foi reforçada mais tarde pela derrota da Argentina na Guerra das Malvinas, atribuída à grande inferioridade tecnológica da Argentina em relação à Inglaterra.

A preocupação do Brasil em combater ameaças externas tecnologicamente

superiores veio em um momento em que se percebia o problema do Brasil ser dependente tecnologicamente dos EUA. Desde 1952, o Brasil era usuário do armamento americano, obtido por meio do Programa de Cooperação Militar. Durante a Guerra do Vietnã, as restrições na transferência desses equipamentos demonstraram de forma evidente a vulnerabilidade deste modelo. Concomitantemente, percebeu-se que o armamento recebido no Brasil era obsoleto, o que exacerbava o problema (GRAHAM, 1994).

As preocupações com a defesa e com a economia, que motivaram o desenvolvimento de tecnologia de ponta no Brasil, foram reforçadas pelas lideranças nacionais fortemente comprometidas com a independência tecnológica do país. Líderes brasileiros em setores estratégicos convenceram-se de que o Brasil poderia tornar-se tecnologicamente independente e que os programas envolvendo tecnologias avançadas estavam contribuindo para o desenvolvimento econômico, com a criação de empregos e processos de *spin-off*, observados no Ocidente.

## **6.2 Desenvolvimento de tecnologias de ponta**

O esforço para desenvolver tecnologia de ponta no Brasil começou efetivamente no final da década de 60, quando o desenvolvimento científico e tecnológico tornou-se objetivo declarado da política nacional. Por esta razão, vários planos básicos de ciência e tecnologia foram implantados a partir de 1973. De particular importância, foram os programas tecnológicos militares. Estes planos também buscavam estimular o desenvolvimento de competências tecnológicas locais pelo subsídio de P&D a empresas nacionais. Dois programas estratégicos mereceram tornar-se realidade: o programa nuclear e o programa espacial (ZAMBORSKY, 2003).

Simultaneamente ao desenvolvimento das tecnologias nuclear e espacial, o governo central pôs ênfase em outro setor também considerado de tecnologia avançada:

manufatura de produtos de defesa. Cientes da sua vulnerabilidade em relação a itens bélicos importados dos Estados Unidos, o Brasil preparou-se para estabelecer uma indústria de defesa doméstica que atendesse às suas aspirações de longo prazo. Uma vez mais, os líderes viam este movimento como uma manobra para reduzir a dependência tecnológica brasileira (GRAHAM, 1994).

Apesar do surgimento de grande variedade de fabricantes de armamento na década de 70, o esforço principal do país para desenvolver sua indústria de defesa foi canalizado para três empresas: EMBRAER, AVIBRAS e ENGESA. Todas essas empresas, no início, estabeleceram um nicho no mercado internacional, exportando produtos mais simples para países do terceiro mundo. Com o passar do tempo, a sofisticação tecnológica desses produtos aumentou profundamente. Exemplificando, a EMBRAER, que começou como fabricante de pequenas aeronaves civis, passou a oferecer uma linha de pequenos aviões militares leves já no final da década de 70. A ENGESA, que produziu uma linha de veículos blindados sobre rodas, tornou-se um dos principais exportadores brasileiros no final da década de 70 e início da década de 80. De forma semelhante, a AVIBRAS tornou-se o principal exportador de mísseis superfície - superfície, fornecidos principalmente para os iraquianos durante a Guerra Irã - Iraque (BERTSCH, T., *et al.*, 1994).

Para fomentar o desenvolvimento dessas tecnologias duais, o Brasil investiu maciçamente em centros de pesquisa e desenvolvimento, que forneceriam os conhecimentos técnicos para os projetos.

### **6.3 Implicações políticas**

Os interesses brasileiros para desenvolver as tecnologias duais moldaram as políticas nacionais em relação aos esforços estrangeiros de controlar seu fluxo. Essas tecnologias representaram as barreiras que o Brasil teria de suplantar para atender aos seus

objetivos de defesa nacional e de desenvolvimento econômico. Foi sempre notado o interesse das potências estrangeiras de manter o Brasil afastado dessas tecnologias. Dois exemplos podem ser apontados a título de ilustração. O acordo nuclear Brasil-Alemanha de 1975 sofreu retaliações após ser assinado. Especula-se que os Estados Unidos puseram objeções sobre a Alemanha quanto à proliferação de tecnologias de enriquecimento de urânio. Na sequência, o Brasil sofreu um grande declínio do suporte americano a seu programa espacial interno, tendência essa acentuada com a implantação do MTCR em 1987. De fato, os EUA suspenderam o fornecimento de material adquirido antes da implantação do MTCR e apreenderam temporariamente os suprimentos adquiridos de fornecedores americanos quando os mesmos voltavam para reparos (GRAHAM, 1994).

Contrastando com esses problemas, os brasileiros atribuíam o sucesso da sua indústria de defesa aos benefícios obtidos quando o controle da tecnologia era relativamente irrestrito. O desenvolvimento exitoso da indústria bélica no Brasil e o subsequente êxito nas exportações tiveram origem em um documento: “Estratégia Nacional de Exportação de Material de Emprego Militar”. Esse documento, aprovado pelo Presidente Geisel em 1974, criou a estrutura que conecta a indústria de exportação de material bélico aos objetivos da segurança nacional. Os principais objetivos dessa política incluíam: (a) fortalecimento da posição brasileira nos assuntos internacionais; (b) abertura de novos mercados para a indústria bélica brasileira de modo a obter-se economia de escala; (c) fortalecimento do poder militar nacional e (d) melhoria do balanço de pagamentos pela redução da importação de material de defesa e aumento das exportações de produtos bélicos fabricados no Brasil (GRAHAM, 1994).

Para a aquisição de tecnologias de defesa foi criada a Empresa Brasileira de Material Bélico (IMBEL), em 1975, que realizou esforços para convencer investidores estrangeiros em produtos de defesa a formarem empreendimentos conjuntos com fabricantes

nacionais. Para a aprovação da proposta de investimento era necessário que o parceiro brasileiro tivesse controle majoritário, a transferência de tecnologia ocorresse sem o pagamento de *royalties* e não houvesse a obrigatoriedade de o governo brasileiro comprar qualquer produto para as Forças Armadas brasileiras (ANDRADE, 2007).

Apesar dessas restrições, mais de sessenta representantes de fabricantes europeus de material de defesa visitaram o Brasil entre 1974 e 1975, buscando oportunidades de investimentos.

Percebeu-se, já na década de 70, que o mercado doméstico não seria suficiente para manter a indústria bélica nacional. Para superar esse problema, o governo criou facilidades para o acesso ao mercado internacional. A regra era vender para quem apresentasse interesse na compra, excetuando-se a África do Sul (em razão de suas políticas raciais) e Cuba, por suas ligações com atividades revolucionárias na América Latina.

O governo brasileiro também incentivou os fabricantes nacionais de armamento a tornar suas empresas mais competitivas por meio da implantação de políticas de apoio à exportação, que se iniciou em 1974. Por uma dessas políticas, os exportadores de produtos de defesa ficavam isentos das taxas oriundas dos ganhos de exportação e, como incentivo às nações importadoras, aceitava-se petróleo como meio de pagamento pela aquisição de armamento fabricado no Brasil.

Os bons resultados da indústria bélica brasileira, comparados aos obstáculos encontrados com as tecnologias nuclear e espacial, explica a estratégia do país em posicionar-se contra os mecanismos internacionais para controlar a propagação de tecnologias de uso dual, antes de 1990. À época, o Brasil não assinou o NPT de 1968, negando o acesso da IAEA às instalações nucleares brasileiras. Apesar de ter assinado o Tratado de *Tlateloco* de 1967, que criou uma zona livre de armas nucleares na América latina, o país não o pôs em vigor (GRAHAM, 1994). Adicionalmente, o Brasil não participava das organizações multilaterais

de controle de exportação, notadamente o MTCR e o AG.

#### **6.4 Nova política**

Com a eleição de Fernando Collor de Melo, houve mudanças na política tecnológica do país. Ao assumir a presidência do Brasil, Collor implantou iniciativas que buscavam o controle civil das tecnologias de uso dual e, ao mesmo tempo, buscava reduzir as preocupações internacionais com essas tecnologias. Sua medida mais drástica foi a ordem para interromper o programa nuclear. E no seu discurso para a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou que o Brasil rejeitava qualquer teste que implicasse explosão nuclear, mesmo para fins pacíficos.

A promessa do presidente Collor para as Nações Unidas de que o Brasil não fabricaria a bomba atômica foi seguida de um encontro com o presidente Menem, da Argentina, em 28 de novembro de 1990. Nesse encontro foi assinado um acordo em que ambos os países renunciavam à fabricação e testes de armas nucleares e concordavam com os termos do tratado de *Tlatelolco*. O tratado estipulava, ainda, que os países criariam uma organização bilateral independente para inspecionar as instalações nucleares de cada país.

Com a posse do presidente Itamar Franco, houve indicação de que ele não seguiria a política de dualidade do seu antecessor. Isto pôde ser confirmado pela nomeação do Almirante Mário César Flores para a Secretaria de Assuntos Estratégicos. O Alte. Flores desempenhou papel fundamental no programa nuclear da Marinha e permaneceu um defensor acirrado do programa do submarino a propulsão nuclear brasileiro. Esta nomeação sinaliza um ressurgimento do nacionalismo e o retorno de objetivos da política de tecnologias de uso dual da era pré-Collor (GRAHAM, 1994).

Após o governo Itamar Franco, o tema da dualidade tecnológica voltou à agenda brasileira em dezembro de 2008, atingindo um marco com a aprovação da Estratégia Nacional

de Defesa. No período anterior, os temas nacionais predominantes foram o combate à inflação e a redução do tamanho do Estado.

A END prevê ações de médio e longo prazos e busca modernizar a estrutura nacional de defesa, atuando na reorganização das Forças Armadas, reestruturação da indústria nacional de defesa e política de composição dos efetivos das Forças Armadas. Paralelamente, aborda-se o papel dos três setores decisivos para a defesa nacional: o cibernético, o espacial e o nuclear (BRASIL, 2008).

A reestruturação da indústria de material de defesa tem como propósito assegurar que o atendimento das necessidades de equipamento das Forças Armadas apoie-se em tecnologias sob domínio nacional.

No campo das tecnologias, a END aponta como vulnerabilidade, entre outros aspectos:

- pouco envolvimento da sociedade brasileira com os assuntos de defesa e escassez de especialistas civis nesses temas;
- insuficiência e descontinuidade na alocação de recursos orçamentários para a defesa;
- limitados recursos aplicados em pesquisa científica e tecnológica para o desenvolvimento de material de emprego militar e produtos de defesa, associados ao incipiente nível de integração entre os órgãos militares de pesquisa, e entre estes e os institutos civis de pesquisa;
- inexistência de planejamento nacional para desenvolvimento de produtos de elevado conteúdo tecnológico, com participação coordenada dos centros de pesquisa das universidades, das Forças Armadas e da indústria;
- inexistência de regras claras de prioridade à indústria nacional, no caso de produtos de defesa fabricados no país;

- dualidade de tratamento tributário entre o produto de defesa fabricado no país e o adquirido no exterior, com excessiva carga tributária incidente sobre o material nacional, favorecendo a opção pela importação;
- bloqueios tecnológicos impostos por países desenvolvidos, retardando os projetos estratégicos de concepção brasileira;

A END prevê as seguintes ações a serem exploradas, entre outras:

- maior engajamento da sociedade brasileira nos assuntos de defesa, assim como maior integração entre os diferentes setores dos três poderes do Estado brasileiro e desses setores com os institutos nacionais de estudos estratégicos, públicos ou privados;
- regularidade e continuidade na alocação dos recursos orçamentários de defesa, para incrementar os investimentos e garantir o custeio das Forças Armadas;
- otimização dos esforços em Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa, por intermédio, dentre outras, das seguintes medidas:
  - a) maior integração entre as instituições científicas e tecnológicas, tanto militares como civis, e a indústria nacional de defesa;
  - b) definição de pesquisas de uso dual; e
  - c) fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de produtos de interesse da Defesa.

## **6.5 Lições aprendidas**

A política industrial e tecnológica brasileira vem sendo um tema recorrente desde a década de 50 e, notadamente, a partir da década de 70. O fortalecimento do processo de inovação foi sempre repetido pelos governos e tem havido, desde os anos 70, genuínos



esforços nessa direção. No caso das tecnologias de uso dual, raros são os casos de sucesso. Como exemplos bem-sucedidos citam-se a tríade ITA-CTA-EMBRAER e o programa nuclear da MB. Outros sucessos tecnológicos brasileiros incluem a EMBRAPA e CENPES/PETROBRAS. Uma avaliação geral dos resultados, no entanto, mostra que os casos de sucesso estão muito aquém do mínimo desejado (ALVES, 2010).

Recentemente, muitas empresas nacionais ícones fecharam ou foram vendidas para estrangeiros, apesar de terem recebido subsídios financeiros do governo brasileiro. Entre elas, citam-se Eletrometal, Gurgel, Cobra, Metal Leve, etc. O mais preocupante nesse processo é a observação de que a saída da quase totalidade das empresas nacionais do Brasil é anterior ou contemporânea ao êxito de potências coreanas, como a Samsung, LG e Hyundai. Nota-se hoje que muitas empresas chinesas de alta tecnologia (Lenovo, Haier, Chevy) concorrem em pé de igualdade com gigantes internacionais. Vale mencionar, igualmente, o destaque indiano no setor de software (Infosys, Tata, Wipro).

Vários fatores colocaram o Brasil em desvantagem quando se compara com países asiáticos, destacando-se (ALVES, 2010):

- a. falta de coesão governamental, deficiente cultura de cooperação e de coordenação da burocracia;
- b. mudança constante de direção com superposição de áreas de atuação. Com as trocas de governo, apaga-se o já feito ou trocam-se os nomes dos programas para justificar os egos dos novos entrantes (“Nova” Política Industrial e Tecnológica);
- c. a perda de terreno do Brasil no desenvolvimento industrial e tecnológico deve-se, também, a um conjunto de restrições econômicas adotadas, representando a planilha de custos para as empresas (infraestrutura, carga tributária elevada, juros elevados, etc.);
- d. o comodismo empresarial no país, ocasionado pela ajuda generosa do governo,

sem exigir contrapartidas e limite temporal, acabou enfraquecendo o conjunto das empresas, uma vez que elas não foram forçadas a competir para ganhar competitividade;

e. no Brasil, a empresa privada não tem tradição de investir em capacitação tecnológica e inovação, importando até pouca tecnologia. É alarmante o pequeno número de patentes registradas e, mesmo quando a empresa importa tecnologia (absorção), permanece indefinidamente atualizando as cópias, ficando o processo de desenvolvimento tecnológico bloqueado;

f. quase inexistência de ligação entre as empresas privadas e a base de pesquisa local (universidades e institutos de pesquisa). Nos últimos anos, de forma geral, o avanço no processo de capacitação tecnológica e de inovação no Brasil andou para trás, o que torna claro que incentivar a capacitação tecnológica e a inovação nas empresas privadas é um dos grandes desafios do país - não é casual que multinacionais (GE, Siemens, Novartis, Samsung) tenham centros de pesquisas na China e na Índia e não exista nenhum exemplo no Brasil; e

g. percebe-se que as multinacionais investem no Brasil visando quase exclusivamente ao mercado interno, enquanto que, na China, elas investem, visando, basicamente, às exportações. Além disso, são raríssimos os casos de sucesso de empresas brasileiras no setor exportador de manufaturas: Embraer, Marcopolo, Taurus e WEG. É conhecido o exemplo da Zona Franca de Manaus (ZFM) que, por seu formato, visa concentradamente ao mercado interno, provocando distorção econômica permanente.

Por outro lado, a predominância de multinacionais na ZFM torna o discurso de processo de inovação ocioso nos seus setores de atuação.

Segundo Carneiro (2008), no início dos anos 90, o Brasil optou por uma forma incorreta de integração à economia globalizada. Houve uma articulação com o que há de menos dinâmico, que é o canal da articulação financeira. São capitais que não trazem

investimento e nem tecnologia. Trata-se de um padrão distinto do padrão asiático, que investe mais no produtivo e na inovação tecnológica.

O Brasil optou pelo modelo de desenvolvimento baseando em commodities, agronegócios, indústrias intensivas em trabalho e recursos naturais, etc. Neste caso, a taxa de crescimento é mais baixa e há menos dinamismo tecnológico. Ocorre que somente se faz a diferenciação da estrutura produtiva com políticas ativas. Não existem casos de países que conseguem caminhar em direção a fronteiras tecnológicas, comandados pelo mercado. Não há registro disso na história econômica (CARNEIRO, 2008).

Ainda segundo Carneiro (2008), o investimento do governo no Brasil soma 2,5% do PIB. Para se ter uma ideia, o Chile, considerado o paradigma liberal na América Latina, gasta quase o triplo com investimento público, ou seja, 7% do PIB. Este é o desequilíbrio central: muito juro, muito gasto corrente e pouco investimento. É justamente essa assimetria que precisa ser corrigida num primeiro momento.

A lição dos países asiáticos é que suas políticas foram importantes para sustentar o crescimento acelerado e a participação crescente de produtos com maior conteúdo tecnológico nas suas pautas de exportação. Desde a ascensão do Japão, vindo depois a da Coreia, Cingapura, Taiwan e Malásia e agora com a entrada da China (manufaturas) e da Índia (serviços), o Brasil vem amargando crescente perda no mercado de manufatura e em capacitação tecnológica. A comparação do desempenho brasileiro com esses países asiáticos mostra uma expressiva falta de dinamismo, contrastando com o fato de que até a década de 70, o Brasil estava à frente deles, excetuando-se o Japão (ALVES, 2010).

## 7 CONCLUSÕES

O presente estudo teve por objetivo a identificação de estratégias a serem propostas ao MD, direcionadas às tecnologias de uso dual, visando à alavancagem da indústria de defesa, diante da redução orçamentária orientada a projetos da área de Defesa. Notou-se durante a pesquisa que o tema da dualidade tecnológica adquiriu bastante relevância, principalmente quando se associou essas tecnologias à possibilidade de desenvolvimento de armas de destruição em massa, gerando polêmicas que ainda persistem. Na prática, o grande obstáculo são as políticas dos vários regimes de controle, que negam o acesso a essas tecnologias sensíveis a diversos países, incluindo o Brasil. Evidências também indicaram que, por trás dessas políticas discriminatórias, existem grandes motivações de natureza econômica.

Constatou-se que duas possibilidades surgiram naturalmente para tratar o problema inicialmente posto neste trabalho: (a) desenvolvimento autóctone, com evidentes atrasos e produtos com muitas limitações técnicas; e (b) transferência de tecnologia, planejada e conduzida com eficiência, envolvendo parcerias estratégicas.

No caso do Brasil, pôde ser evidenciado pela análise da perspectiva, conduzida no Capítulo 6, que não é recomendável a opção por nenhuma dessas soluções exclusivamente, pois, algumas vezes, será necessária a opção pelo desenvolvimento próprio, principalmente nos programas nuclear e espacial, e, em outras situações, a transferência de tecnologia possibilita o acesso mais rápido a tecnologias de interesse para o país. Obviamente, a transferência de tecnologia é um tema bastante complexo, com múltiplas nuances. Conforme foi mencionado ao longo deste estudo, a transferência de tecnologia foi delineada como uma opção para empresas estratégicas de grande porte buscarem mercados para produtos com elevado custo de desenvolvimento (com destaque para as empresas da área espacial). Aqui, ela também é vista como uma alternativa de se contornar o cerceamento a tecnologias duais.

Foi enfatizado, ainda, que as tecnologias de uso dual apresentam múltiplas facetas, destacando-se que a maioria das tecnologias necessárias à Defesa tem forte envolvimento civil e muitas delas originaram-se nesse mercado. E, por outro lado, muitas tecnologias desenvolvidas primariamente para os sistemas militares encontram uma segunda vida no mercado civil. O rápido avanço tecnológico, mudanças de requisitos de equipamentos de defesa e relevância das modernas tecnologias associadas a reduções nos orçamentos de defesa impulsionaram o tema da dualidade tecnológica em muitos países ocidentais, envolvendo governos, indústrias e comunidade científica.

Foi constatado em muitos países que, embora, numa primeira aproximação, explorar a dualidade pareça algo imediato, a realidade mostrou-se bem mais complexa. As diferenças entre interesses, valores e processos de aquisição entre os mercados de defesa e comercial são muito acentuadas. Além disso, a linha que separa tecnologia militar e tecnologia civil é bastante tênue.

Ao longo do trabalho, ao analisar-se a situação brasileira, pôde-se observar uma trajetória relativamente bem-sucedida até o final da década de 1980. Foi enfatizado que, durante o regime militar, pelo que veio a ser denominado Projeto Brasil Potência, buscou-se o acesso à alta tecnologia como condição necessária para alavancar projetos que lançariam o país no Primeiro Mundo. Os projetos prioritários estavam inseridos nos programas nuclear, espacial e de manufaturas de produtos de defesa. Buscando impedir o sucesso desse projeto, os países industrializados, por meio dos regimes multilaterais de controle, sempre buscaram negar o acesso às tecnologias denominadas sensíveis, sob um pretexto de segurança. Essa proibição perdura no tempo, aperfeiçoou-se e apresenta-se como grande empecilho para o acesso às tecnologias de uso dual.

Sucintamente, pelos argumentos apresentados e discutidos ao longo deste trabalho, a transferência de tecnologia é vislumbrada como principal alternativa a ser buscada para se alcançar o acesso a tecnologias de uso dual. Trata-se de um processo bastante complexo, envolvendo negociação profissional, continuidade, aprendizado e ações bem

planejadas. Potencialmente, isto se tornou factível também em decorrência da escassez de capitais no mercado internacional, provocado por várias crises que conduziram grandes empresas a buscarem parcerias internacionais.

Em face destes fatores, exaustivamente debatidos no corpo da monografia, serão elencadas a seguir várias propostas de ações estratégicas que, no âmbito do Ministério da Defesa, poderão contribuir para o aperfeiçoamento do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação na sua vertente orientada à Defesa Nacional, com fulcro nas tecnologias de uso dual. Ressalta-se que, no Brasil, as atividades de C&T são conduzidas por vários atores estatais (MCT, MEC e MD), o que põe um desafio adicional para o MD, ao buscar estabelecer um consenso sobre políticas de P&D orientadas a seus interesses.

### **7.1 Ações estratégicas de médio prazo**

As ações propostas são descritas a seguir:

a. *Formulação de ações políticas que busquem o envolvimento dos diversos órgãos de C&T do governo federal, com orientação à dualidade tecnológica.* Notou-se que vários ministérios têm atribuições na área de C&T, mas inexistem ainda uma política comum nesse campo. Em países, como o Reino Unido e a França, utilizou-se a estratégia de aprovar um Livro Branco de C&T a nível de governo para integrar as diversas ações de P&D. Um mecanismo similar poderia ser vantajoso para o Brasil.

b. *Planejar ações políticas, com fundamento no potencial da dualidade tecnológica, visando ao aumento do orçamento federal destinado à Defesa.* Conforme origem da própria dualidade tecnológica, uma potencial vantagem inerente é seu potencial para aumentar o orçamento destinado à Defesa. O DoD, nos EUA, utilizou essa estratégia durante o governo Clinton, conforme se evidenciou no Capítulo 5.

c. *Implantar política com foco na transferência de tecnologia de ponta nos projetos prioritários, orientada a pessoal, conhecimento, instituições e máquinas.* Pôde-se

notar, ao se negligenciar esses elementos, que uma transferência de tecnologia com grande potencial fracassou.

d. *Formular políticas para o financiamento de projetos de interesse da Defesa em laboratórios, institutos de pesquisa, universidades e empresas privadas.* Os resultados dessas pesquisas devem ser catalogados numa base comum. O potencial de uso dual derivado das pesquisas deve ser amplamente difundido para as empresas nacionais. Isto é basicamente uma prática comum nos países industrializados.

e. *Formular políticas para permitir a contratação de cientistas e engenheiros no exterior em projetos de vanguarda.* Observou-se que os países industrializados possuem as melhores tecnologias e, para o êxito desses projetos, necessita-se dos conhecimentos tácitos inerentes a esses profissionais.

f. *Implantar política de incentivos para estudantes brasileiros realizarem cursos no exterior de interesse da Defesa, com o aproveitamento efetivo desse pessoal, após seu retorno.* Notou-se, em particular no Projeto Pulqui, que a ausência do profissional do país nas fases de projeto e construção do produto inviabilizou a transferência de tecnologia.

g. *Implantar políticas para a modernização de cursos nas escolas militares de engenharia, orientadas a inovações tecnológicas. Adicionalmente, investir nos institutos de pesquisa militares (pessoal e equipamentos de ponta), enfatizando os projetos de uso dual.* Para conseguir-se produção em larga escala, conforme visto no exemplo dos tigres asiáticos, é imprescindível investimentos em inovação tecnológica. As escolas e institutos de pesquisa no âmbito do MD são candidatos naturais.

h. *Viabilizar a criação de cargos para especialista em contratos internacionais, legislação de C&T, propriedade intelectual, entre outras, que permitam ganhos ao país nos empreendimentos que envolvam transferência de tecnologia.* Foi amplamente evidenciada a complexidade de um processo eficiente de transferência de tecnologia. Isto exige profissionais

com conhecimento amplo sobre o sistema de inovação nacional.

## 7.2 Ações estratégicas de longo prazo

As ações propostas são as seguintes:

a. *Implantar e avaliar políticas orientadas a continuidade das ações, planejamento estratégico, gestão por resultados, competitividade e empreendedorismo no âmbito do MD.* Como ficou evidenciada na parte final do Capítulo 6 desta monografia, a falta de continuidade da política foi um elemento causador do fracasso brasileiro em inúmeros projetos governamentais e privados.

b. *Criação de Centros de Tecnologias de Uso Dual no âmbito do MD.* Observou-se que esta abordagem alavancou diversos programas voltados para a dualidade tecnológica no Reino Unido.

c. *Financiar projetos de interesse do MD, inclusive com bolsas de estudos, tanto nos institutos e centros de pesquisa do próprio ministério como também em outros órgãos governamentais.* Como se pôde observar no Capítulo 5 deste trabalho, no Reino Unido esta medida, adotada pelo MoD, motivou uma saudável competição na área de Defesa.

d. *Aumentar progressivamente a alocação de recursos para a área de C&T, priorizando projetos envolvendo dualidade tecnológica.* Observou-se que, nos países industrializados, a área de Defesa responde por fatia considerável dos orçamentos governamentais. E isto é percebido como fator do sucesso tecnológico do país.

e. *Atuar no sentido de aumentar a participação do setor empresarial em projetos da área de Defesa.* Notou-se que, com a ascensão de Fernando Collor ao poder, iniciou-se um período de quase abandono da área de Defesa. Conforme analisado anteriormente, o quadro atual é diferente, cabendo ações que busquem atrair o setor empresarial para investir em Defesa. A dualidade tecnológica reveste-se de particular interesse, neste cenário.

f. *Elaborar, em parceria com outros órgãos de C&T do governo federal,*



*estratégia para a formação de consciência nacional que identifique os imensos ganhos para o país com produtos de defesa de alta tecnologia.* Observou-se, pela análise do Capítulo 5, que o Brasil optou por um modelo de exportação baseado em commodities em oposição a produtos com elevado conteúdo tecnológico, em particular, produtos da área de Defesa. É necessária uma mudança da mentalidade nacional.

### **7.3 Sugestões para trabalhos futuros**

As tecnologias associadas aos projetos no campo da Engenharia Nuclear ainda são vistas com grande suspeição pela comunidade internacional. A principal razão identificada é o emprego dessa tecnologia para a produção de armas de destruição em massa. Esse tem sido um campo submetido a grande controle internacional que necessita de análise detalhada.

Uma estratégia para a capacitação brasileira nesse setor, centrada em modelo de dualidade, pode ser vantajosa para os interesses do MD, por isso, sugere-se esse tema como objeto de pesquisa futura.

Como tema adicional, sugere-se um aprofundamento do estudo da transferência de tecnologia especificamente entre países e entre laboratórios governamentais e empresas comerciais. Este tema é bastante amplo e tem gerado interpretações distintas entre especialistas.

## REFERÊNCIAS

- ALIC, J. A. et al. **Beyond spin-off: military and commercial applications in a changing world.** Cambridge, MA: Harvard Business Press, 1992.
- ALVES, P. G. **The transfer of dual-use outer space technologies: confrontation or co-operation?** University of Geneva. Geneva. 2001.
- ALVES, S. Política tecnológica e industrial e o mito de Sísifo. **Jornal da Ciência**, 2010. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=70944>>. Acesso em: 06 agosto 2010.
- ANDRADE, U. R. A Importância Estratégica da Indústria de Defesa. **Associação Brasileira de Engenharia Militar**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 28-43, julho 2007.
- AUTIO, E.; LAAMANEN, T. Measurement and evaluation of technology transfer: Review of technology transfer mechanisms and indicators. **International Journal of Technology Management**, Geneva, v. 10, n. 7-8, p. 643–664, 1995.
- BERTSCH, G. K. et al. **International cooperation on nonproliferation export controls: prospects for the 1990s and beyond.** Michigan: University of Michigan Press, 1994.
- BIATO, F.; GUIMARÃES, E.; POPPE, M. H. A Transferência de Tecnologia no Brasil. **IPEA**, Brasília, 1973.
- BRAND, C. D. Availability and Accessibility of the Nation's Research Infrastructure: The Transfer of Assistive Technologies by Federal Laboratories. **Journal of Technology Transfer**, The Netherlands, v. 28, p. 197–205, 2003.
- BRASIL. Estratégia Nacional de Defesa (END), 2008. Disponível em: <[https://www.defesa.gov.br/eventos\\_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia\\_defesa\\_nacional\\_portugues.pdf](https://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf)>. Acesso em: 05 agosto 2010.
- BUREAU OF EXPORT ADMINISTRATION. **Wassenaar Arrangement**, 1998. Disponível em: <<http://jya.com/bxa-wa-rule.htm>>. Acesso em: 06 agosto 2010.
- BURZACO, R. **Las Alas de Perón: Aeronáutica Argentina 1945–1960.** Buenos Aires: Da Vinci, 1995.
- CAMARASA, J. **Odessa al sur: La Argentina como refugio de Nazis y.** Buenos Aires: Planeta, 1995.
- CARNEIRO, R. Impasses do desenvolvimento brasileiro: a questão produtiva, 2008. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/docdownload/publicacoes/textosdiscussao/texto153.pdf>>. Acesso em: 06 agosto 2010.
- CARR, R. K. Doing technology transfer in federal laboratories. **From Lab to Market. Commercialization of Public Sector Technology**, New York, p. 61-87, 1994.

- CARTER, B. A. **Anatomy of the Dual-Use Relationship**. Cambridge, MA, p. 89-105. 1989.
- CGP. **Commissariat Général du Plan, L'avenir des industries liées à la défense**. Paris. 1993.
- CLARYSSE, B. et al. Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 609–640, 2007.
- CONRADIS, H. **Design for flight: The Kurt Tank story**. London: MacDonald, 1960.
- CSIS. **Critical Issues in Defense Conversion**. Center for Strategic and International Studies. Washington, DC. 1994.
- DAGNINO, R.; CAMPOS FILHO, N. Análise sobre a Viabilidade de Revitalização da Indústria de Defesa Brasileira. **Brazilian Business Review**, Vitória, v. 4, p. 191-207, 2007.
- DAVIES, D. Defense research: dual use or dual use technology? **Engineering Management Journal**, Londres, p. 231-243, outubro 1994.
- DEFENSE TECHNICAL INFORMATION CENTER. **Defense Technology Plan**. Department of Defense. Washington, DC. 1994.
- DGA. **L'Armement (special issue on dual use technologies)**. Délégation Générale pour l'Armement. Paris. 1991.
- DOD. **Defense Science and Technology Strategy**. Department of Defense. Washington, DC. 1994.
- DOD. **Dual Use Technology: A Defense Strategy for Affordable, Leading-Edge Technology**. Department of Defense USA. Washington, DC. 1995.
- FISCHER, J. E. **Dual-Use Technologies: Inexorable Progress, Inseparable Peril**. The Henry L. Stimson Center. Washington, DC, p. 1-27. 2003.
- FORGE, J. A note on the definition of "Dual Use". **Science and Engineering Ethics**, v. 16, n. 1, p. 111-118, 2009.
- FREEMAN, C. **Technology and the Future of Europe: Global Competition and the Environment in the 1990s**. London: Pinter Publisher, 1990.
- FRENKEL, L. **Juan Ignacio San Martín: El Desarrollo de las industrias**. Buenos aires: Germano Artes Gráficas, 1992.
- GALTUNG, J. **Development, environment and technology: Towards a technology for self-reliance**. United Nations Conference on Trade and Development. New York: Report TD/B/CG/23/Rev. 1. 1997.
- GANSLER, J. **Defense Conversion**. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- GANSLER, J. S. **Restructuring the defense industrial base**. Cambridge, MA, p. 49-58. 1992.

GARCIA JÚNIOR, A. Á. Governo norte-americano proíbe venda de bens brasileiros a outros países. **Aduaneiras - Informação sem Fronteiras**, 17 dezembro 2007. Disponível em: <[http://www.aduaneiras.com.br/noticias/artigos/default.asp?artigo\\_id=361&n=4](http://www.aduaneiras.com.br/noticias/artigos/default.asp?artigo_id=361&n=4)>. Acesso em: 06 agosto 2010.

GERMUSKA, P. Conflicts of Eastern and Western Technology Transfer Licenses, Espionage, and R&D in the Hungarian Defense Industry during the 1970s and 1980s. **Comparative Technology Transfer and Society**, v. 7, n. 1, p. 43-65, 2009.

GRAHAM, C. P. The Brazilian Space Programme - An Overview. **Space Policy**, v. 7, n. 1, 1991.

GRAHAM, C. P. The Technological Imperative: A Brazilian Perspective on Dual-Use Technologies. In: BERTSCH, G. K.; CUPITT, R. T.; ELLIOTT-GOWER, S. **International cooperation on nonproliferation export controls**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994. p. 221-294.

GRUNEMBERG, D. S. The defence firm and trends in civil and military technologies: Integration versus 'diversification'. In: LATHAM, A.; HOOPER, N. **The Future of the Defence Firm: New Challenges, New Directions**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

HAGOOD, J. D. Why Does Technology Transfer Fail? Two Technology Transfer Projects from Peronist Argentina. **Comparative Technology Transfer and Society**, Colorado Springs, v. 4, n. 1, p. 73-98, abril 2006.

HAL. **Diamonds in the sky: Sixty years**. New Delhi: Society for Aerospace Studies, 2001.

HERDAN, B. **A UK initiative for the transfer of technologies from defence to civil sector**. Dordrecht, p. 159-165. 1988.

HILTON, S. E. The Argentine Factor in Twentieth Century Foreign Policy Strategy. **Political Science Quarterly**, v. 100, n. 1, p. 27-52, 1985.

HILTON, S. E. The Brazilian Military: Changing Strategic Perceptions and the Question of Mission. **Armed Forces & Society**, v. 13, n. 3, p. 329-351, 1987.

LONGO, W. P. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. **Tensões Mundiais**, Fortaleza, v. 3, n. 5, p. 111-143, 2007.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. Contornando o Cerceamento Tecnológico. **Defesa, Segurança Internacional e Forças Armadas**, Campinas, p. 309-321, 2010.

LORENTZI, J. A. N. M. **Spin-off, Dual-use & Conversion: Fashion or Reality?** Darby, PA: Diane Publishing Co., 1994.

LYQUID CRYSTALS AND ADVANCED ORGANIC MATERIALS GROUP. The History of Liquid Crystals. **The University of Hull**, 2010. Disponível em: <<http://www.hull.ac.uk/chemistry/research/LCgroup/history.htm>>. Acesso em: 06 agosto 2010.

MAGNUS, J. L. **Spin-Off, Dual-Use and Conversion: Fashion Or Reality?** Darby, PA: DIANE Publishing, 1994.

MALLIK, A. National security challenges and competition for India: Defence and space R&D in a strategic context. **Technology in Society**, v. 30, p. 362– 370, 2008.

MARKUSEN, A. **Dismantling the Cold War Economy**. New York: Basic Books, 1992.

MEARS, A. L. **Technology Transfer--Current and Future Methods**. Geneva, p. 66-71. 1987.

MINISTÈRE DE LA DEFÉNSE, 2010. Disponível em: <[http://www.ambafrance-ca.org/IMG/pdf/Livre\\_blanc\\_Press\\_kit\\_english\\_version.pdf](http://www.ambafrance-ca.org/IMG/pdf/Livre_blanc_Press_kit_english_version.pdf)>. Acesso em: 12 agosto 2010.

MOLAS-GALLART, J. Which way to go? Defence technology and the diversity of dual-use technology transfer. **Elsevier Science B.V.**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 367-385, 1997.

MOLAS-GALLART, J. **Dual use technologies and the different transfer mechanisms**. Candriai, IT: CoPS Publication. 1998.

MOWERY, D. C. **Inward technology transfer and competitiveness: The role of national innovation systems**. Berkeley: University of California at Berkeley, Center for Research in Management, Consortium on Competitiveness & Cooperation, 1994.

MOWERY, D. C. The changing structure of the US national innovation system: implications for international conflict and cooperation in R&D policy. **Research Policy**, v. 27, p. 639–654, 1998.

OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Second to None: Preserving America's Military Advantage Through Dual-Use Technology**. US Office of Science and Technology. Washington, DC. 1995.

OST. **United Kingdom Technology Foresight Programme: Report of Defence and Aerospace Panel**. UK Office of Science and Technology. London. 1995.

PERANI, G. **Military Technologies and Commercial Applications: Public Policies in NATO Countries**. CesPI. Rome. 1997.

PETRONI, G.; VENTURINI, K.; SANTINI, S. Space technology transfer policies: Learning from scientific satellite case studies. **Space Policy**, v. 26, p. 39-52, 2010.

PIETROBELLI, C. **Failing to Compete: Technology Development and Technology Systems in Africa**. Cheltenham, UK: Edward ELGAR, 2002.

POST. **Relations Between Defence & Civil Science and Technology**. Parliamentary Office of Science and Technology Foundation. London. 1991.

PURKAYASTHA, P. Dual Use Technologies or the Unequal Global Technology Regime, 2008. Disponível em: <<http://www.delhiscienceforum.net/peace-and-disarmament/127-dual-use-technologies-or-the-unequal-global-technology-regime-by-prabir-purkayastha-.html>>. Acesso em: 06 agosto 2010.

REPPY, J. Managing Dual-Use Technology in an Age of Uncertainty. **Managing National Security**, v. 4, 2006.

RIBEIRO, R. Y. Uma Breve História da Política Nuclear Brasileira. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 379-392, 2002.

SANDLER, T.; HARTLEY, K. **The Economics of Defence**. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1995.

SCIENCE POLICY SUPPORT GROUP. **Future Relations Between Defence and Civil Science and Technology**. SPSG Review Paper n.2. London. 1991.

SCIENCE RESEARCH DEVELOPMENT. **The European Report on Science and Technology Indicators 1994**. European Commission. Brussels. 1994.

SENGUPTA, A. **Fifty years of development policy in India**. New York, p. 119-145. 1998.

SMITH, W. How a Present Pentagon Contractor Entered Civilian Life. **The New York Times**, New York, p. 9, 12 de abril, 1992.

SPINARDI, G. Defence technology enterprises. **Sci. Public Policy**, v. 19, p. 198-206, 1992.

TUCKER, T. R.; AITCHESON, L. E.; REYNOLDS, J. W. **The technology applications review: A catalyst for commercialization of defense technologies**. Annual Meeting Technology Transfer Society. Huntsville, AL: Springer. 1994.

USA. **Committee on Science and Technology**. US Congress. Washington, p. 12. 1985.

VEKSTEIN, D.; MEHREZ, A. Technology Policy and Defense Conversion in Israel, 1967-1995. **Journal of Technology Transfer**, v. 22, n. 1, p. 47-56, 1997.

VERNON, R. International Investments and International Trade in the Product Life Cycle. **Quarterly Journal of Economics**, n. 80, p. 190-207, 1966.

WAGNER, W. **The history of German aviation: Kurt Tank, Focke Wulf's**. Atglen, PA: Schiffer Military/Aviation History, 1998.

WALKER, W.; GRAHAM, M.; HARBOR, B. **From components to integrated systems: technological diversity and integration between the military and civilian sectors**. London: Kluwer Academic, 1988.

WATKINS, T. A. Beyond guns and butter: Managing dual-use technologies. **Technovation**, Cambridge, MA, v. 10, n. 6, p. 389-406, 1992.

ZAKS, A. Diversification et reconversion de l'industrie d'armement. **GRIP**, Brussels, 1992.

ZAMBORSKY, V. The Brazilian Export Control System. **The Nonproliferation Review**, Georgia, v. 10, n. 2, p. 123-135, 2003.