



# Ciência, Tecnologia e Pesquisa Tecnológica

Isabel Cristina dos Santos<sup>1</sup>  
Márcio da Silveira Luz<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo apresenta o processo de construção da comunidade científico-tecnológica brasileira, tendo como pano de fundo o contexto político e a direção dos esforços para geração de indústrias de base tecnológica no país. A metodologia de pesquisa foi pautada em revisão de literatura e na análise documental, nos relatórios do Ministério da Ciência e Tecnologia, além de dados sobre os investimentos mundiais em Pesquisa e Desenvolvimento, de domínio público. O trabalho avalia o valor estratégico dos incentivos para a Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D), no país, estabelecendo um quadro de comparação dos investimentos realizados em países considerados tecnologicamente desenvolvidos ou proficientes em setores de alta intensidade tecnológica específicos. Por fim, são discutidos alguns dos maiores problemas na formulação de estratégias de P&D e uma política futura de inovação.

**Palavras-chave:** Ciência e Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento, Inovação.

---

<sup>1</sup> Administradora, Mestre em Administração (PUCSP, 1999), Doutora em Engenharia (EPUSP, 2004), Professora Assistente Doutora – Depto. Economia, Contábeis e Administração da Universidade de Taubaté

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico (UFF, 1973), Mestre em Ciências Aeroespaciais (ITA, 1978), Doutor em Ciências (ITA, 1983). Professor Assistente Doutor – Depto. Economia, Contábeis e Administração da Universidade de Taubaté.

---

# Science, Technology and Technological Research

## Abstract

This work presents the process of the Brazilian scientific-technological community building, having as backstage the political context and the technology based industries generation efforts. The research methodology was, in the greatest possible extent, centered in the examination of official and undisputed available literature and Ministry of Science and Technology reports besides public domain world R&D budgeting data. The article, also, evaluates incentives to the country technological R&D, establishing a comparative picture of the R&D investments carried out by selected countries, considered technologically advanced or proficient in a specific high technological issue. At the end are discussed the main questions involving the Brazilian R&D strategy outline and innovation future policy.

**Keywords:** Science and Technology, Research and Development, Innovation.

## **Ciência e competitividade nacional**

A competitividade de uma nação é o resultado da soma da competitividade dos seus recursos sócio-produtivos, públicos ou privados, em todos os setores da economia e da sociedade. Contudo, essa competitividade deve ser o produto de uma estratégia ampla e de longo alcance temporal e articulada com os diversos setores da ciência e da produção, para a construção das capacidades estruturais e infra-estruturais necessárias à obtenção de um nível de reconhecimento externo. Somente dessa forma é possível criar as competências essenciais que diferenciam uma nação de outra e a tornem uma referência mundial, preferencialmente, em setores estratégicos do conhecimento.

Pode-se afirmar que o conhecimento é uma ação propositada para a construção da competitividade de uma nação. Contudo, esse propósito deve levar em consideração os fenômenos mundiais que exijam o fortalecimento de setores específicos do conhecimento, sem, contudo, abdicar da obrigação de oferecer à sociedade os resultados tangíveis de uma competência alcançada em setores considerados essenciais. Assim, a competitividade nacional reveste-se da urgência de geração contínua de competências comparadas às outras nações. As palavras de ordem são diligência e continuidade nos investimentos em novos conhecimentos e novas tecnologias.

## **Formação da comunidade científica no Brasil**

A geração de conhecimento científico no Brasil corresponde a um gradual processo de construção social. Analisados os números da época, 1979/80, que dão conta de uma comunidade científica de quase 30 mil pesquisadores (FERNANDES, 1990, p. 28), dos quais 16.700 afiliados à SBPC (*op. cit.*, p.65), contra 136 mil estimados para o ano 2000, segundo dados do relatório do MCT/ CNPq, “Modernidade do Brasil: Cenários de Ciência e Tecnologia, 1990/ 2010.

O crescimento na oferta de pesquisadores revela-se lento, embora seja bastante significativo em razão dos indicadores sócio-culturais e pelo fato de a economia do país ter sido baseada, fundamentalmente, no modelo agrícola, até 1930, quando a formação de cientistas dava os seus primeiros passos.

A atividade industrial incipiente que sucedeu a ênfase no modelo agrário pode ter, de fato, estimulado o crescimento da Pesquisa e Desenvolvimento em novos setores da indústria, como forma de consolidação do novo modelo econômico. A forte concentração de

investimentos em Ciência e Tecnologia (C&T), durante os anos compreendidos entre 1947 e 1967, resultou na duplicação do Produto Interno Bruto, em 1968, nos países considerados desenvolvidos, conforme destaca Fernandes (1990). Ou seja, dever-se-ia presumir uma relação causal entre investimentos em C&T e aumento da atividade econômica em setores da indústria e comércio. Em 1990, a relação entre o investimento em C&T no Brasil e o Produto Nacional Bruto, era de 0,18% contra 3% das nações desenvolvidas. Dados recentes apontam para o crescimento nessa relação, que em 2005, registrou investimentos em Ciência e Tecnologia na ordem de US\$11,289 bilhões, ou seja, 1,37% do PIB. (MCT, 2006). Em relação aos países desenvolvidos, a grande diferença não é a proporção, mas sim, os volumes dos investimentos realizados e a orientação destes para a formação de competitividade nacional, como será debatido ao longo deste trabalho.

Apesar dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento serem proporcional e historicamente inferiores àqueles observados nos países desenvolvidos, é importante destacar que, segundo dados do IBGE e informações descritas por Fernandes (1990), a proporção dos pesquisadores por habitante vem aumentando significativamente, a cada nova geração.

Em 1940 a relação era de aproximadamente, 112.976 habitantes por pesquisador. Em 1980, a relação era de 3.967 habitantes/pesquisador.

No ano de 2000, a relação entre número de pesquisadores e o tamanho da população brasileira atingiu o nível de 1.248 habitantes por pesquisador, correspondendo à expectativa do CNPq/ MCT.

A Tabela 1, a seguir expõe os indicadores de Ciência e Tecnologia do Brasil e de outros países, para efeitos de comparação histórica. Os dados são referentes à segunda metade da década de 80. Comparações mais recentes serão feitas na segunda parte deste trabalho.

**Tabela 1: Dados Comparativos em Ciência e Tecnologia**

<b>Indicadores</b>	<b>DADOS COMPARATIVO DO INVESTIMENTO EM C &amp; T</b>					
	<b>Brasil</b>	<b>Itália</b>	<b>Coréia</b>	<b>Japão</b>	<b>Espanha</b>	<b>Portugal</b>
Investimento em C&T (% do PIB)	<b>0,60</b>	<b>1,48</b>	<b>2,00</b>	<b>3,00</b>	<b>0,53</b>	<b>0,40</b>
Participação do Setor Privado ao Investimento em C&T	<b>8,0</b>	<b>30,4</b>	<b>n.h.</b>	<b>72,0</b>	<b>n.h.</b>	<b>n.h.</b>
Pesquisadores por Milhão de Habitantes	<b>400</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>6000</b>	<b>n.h.</b>	<b>n.h.</b>
Pesquisadores/ PEA (%)	<b>0,17</b>	<b>0,51</b>	<b>n.h.</b>	<b>1,29</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>
Nº Total de Pesquisadores (em milhares)	<b>60</b>	<b>114</b>	<b>91</b>	<b>n.h.</b>	<b>n.h.</b>	<b>n.h.</b>

Embora seja uma estimativa, a Tabela 1 evidencia alguns dados de contorno, relevantes à análise da formação da sociedade científica especialmente acerca do desenvolvimento de novos campos de pesquisa pura e aplicada, projetando o Brasil ao patamar de independência tecnológica almejada desde a década de 40.

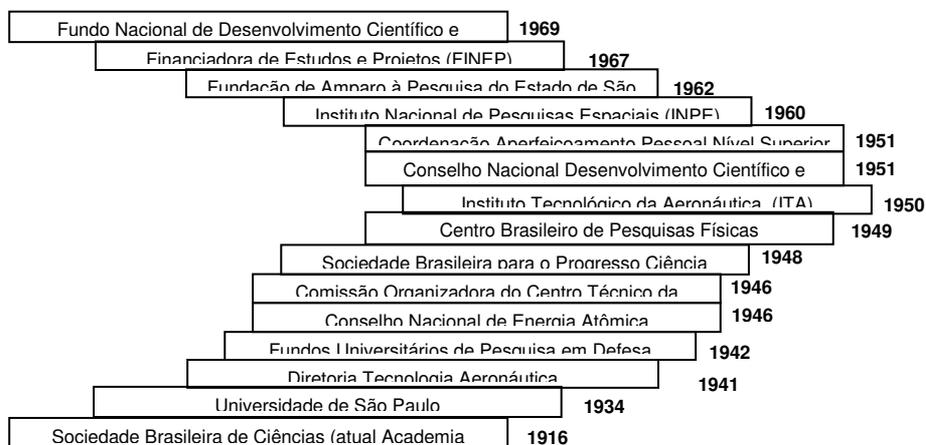
Coutinho e Ferraz (2002, p. 126) oferecem a seguinte avaliação:

Durante os anos 50 e 60, o Brasil montou a sua base institucional para o desenvolvimento científico e tecnológico, com a criação do CNPq e da CAPES, no início do período e da FINEP e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, no final dos anos 60. A constituição de tal base institucional e a alocação de volumes significativos de recursos para a área foram extremamente importantes na condução da política de ciência e tecnologia nos anos subsequentes.

No período de 1966 a 1980, seriam implantados mais da metade dos institutos de pesquisa tecnológica e industrial existentes no país.

A partir de 1967 foram criados os centros de pesquisa das empresas estatais, os quais somados àqueles já existentes, possibilitaram a intensificação de pesquisas em setores, nos quais, o país apresenta relativa autonomia. A Figura abaixo exhibe a criação dos principais órgãos do pensamento científico nacional, no início do Séc. XX.

## Figura 2: Criação da Comunidade Científica: Do Passado Agrícola ao Futuro Esplêndido



Nos primeiros anos da pesquisa no Brasil, o foco central de interesse era condução de investigação e a formação de cientistas, em sua maioria, do setor da Saúde.

Pode-se dizer que as ondas de instabilidade na política mundial, a partir dos eventos que culminariam no início da Segunda Grande Guerra, teriam evidenciado a frágil posição do país, cuja economia era de base agrícola. Há uma clara percepção da vulnerabilidade de um país, quando este permanece como altamente dependente dos fornecedores estrangeiros de produtos com maior aporte tecnológico.

O setor da Defesa Nacional estaria entre aqueles de maior dependência da indústria internacional. Então, é possível depreender as razões pelas quais, a partir da década de 1940, ocorreria uma ampliação das atividades voltadas para a pesquisa científica e para o desenvolvimento tecnológico nacionais com aplicações militares.

Os investimentos feitos na pesquisa e ciência local têm sido objeto de contínuos debates entre governo e a comunidade científica. Em 1974, por exemplo, foi publicado na imprensa um manifesto chamado Memorial dos Cientistas, endereçado ao Ministro do Planejamento, com nove pontos apresentados no padrão 'problema - solução'. No item 'educação e ciência' assim manifestaram-se os signatários, segundo Fernandes (1990, p. 197):

O governo está contemplando direcionar a maioria dos fundos fora da pesquisa básica que tem se desenvolvido muito bem nas universidades. Também, o BNDE, que tem financiado muito a

pesquisa básica nas universidades, começará a financiar aqueles programas de pesquisa que se aplicam à tecnologia {...} nós sugerimos então que Vossa Excelência dê todo o apoio possível ao ensino aliado à pesquisa básica ou fundamental para evitar uma possível catástrofe na evolução da ciência brasileira.

A formação de uma classe científica, alinhada e engajada aos projetos de desenvolvimento tecnológico, corresponde ao esforço para construção estruturada de novos conhecimentos, como um dos alicerces para a fundamentação e re-configuração do setor industrial brasileiro, além da auto-suficiência tecnológica almejada, e prover o desenvolvimento industrial do país, na direção das indústrias de base tecnológica que caracterizariam o Plano de Desenvolvimento Industrial, a partir dos anos 1950. É importante ressaltar que o Brasil, tendo em vista a conduta de construção estruturada de conhecimentos, teve uma importante geração de físicos que, devido às instabilidades do cenário político, acabaram ou por deixar o país ou aqui ficaram obscurecidos, em um evidente desperdício do capital intelectual.

A criação da indústria aeronáutica, por outro lado, reflete a implantação de um projeto planejado de obtenção de independência tecnológica, através do domínio das ciências aeronáuticas e da nacionalização de tecnologia aeroespacial, com o desdobramento do conhecimento aplicado nos laboratórios de prática do Centro Técnico Aeroespacial - CTA para a sociedade industrial.

### **Transferência tecnológica ou difusão do conhecimento**

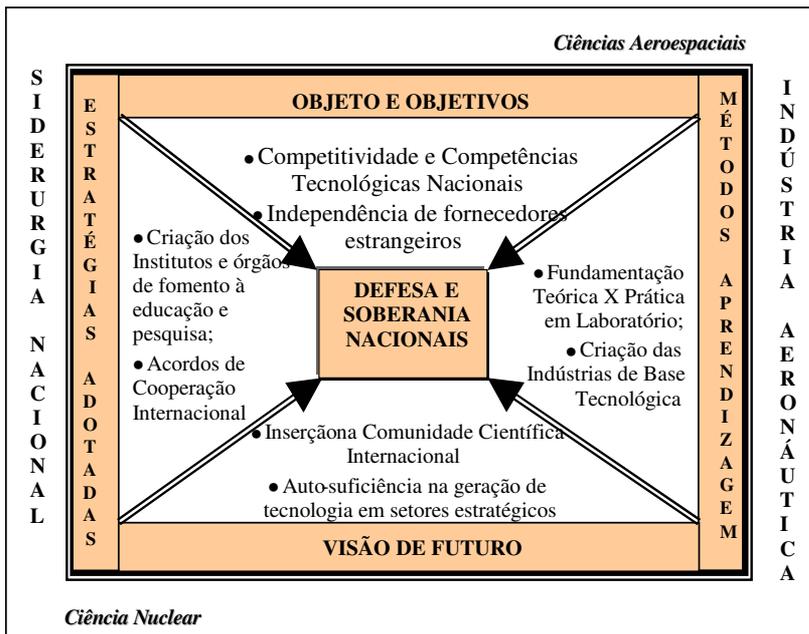
Um dos elementos mais vigorosos no Plano de Criação do CTA refere-se à construção planejada da infra-estrutura de ensino, que abrange desde a configuração do quadro docente formado por professores, brasileiros e estrangeiros, de reputada especialização nos seus campos de pesquisa e ensino, até a instalação dos laboratórios, através dos quais os fundamentos teóricos adquiririam condição de experimentação em ambiente controlado. Outro aspecto de destacado valor é a criação gradual de Institutos através dos quais seriam estabelecidas as relações entre academia e indústria, integrando a pesquisa básica à transferência para aplicação industrial.

O plano, ainda, contemplou soluções às questões relacionadas às deficiências no alunado local, da formação ao caráter, delineando um perfil que melhor atenderia aos aspectos de aprendizagem,

reforçados com um sistema de reconhecimento que se constituiria um diferencial de alto valor agregado ao aluno e que, outros setores da economia, também se beneficiariam com a oferta de recursos humanos preparados sob um regime escolar de padrão internacional, uma vez que tenha adotado a orientação acadêmica do MIT – Massachusetts Institute of Technology, e que de um modo ou de outro, influenciaria o surgimento de novos cursos e programas em vários níveis das escolas locais e nacionais.

A Figura 3, a seguir, oferece uma síntese da criação de conhecimento tecnológico aplicado à indústria aeroespacial brasileira, dentro de uma perspectiva estratégica associada à visão de futuro, delineada pela urgência na nacionalização tecnológica. A orientação política que permearia os esforços para criação de uma imagem vigorosa do país, em relação à sua capacidade de geração de alta tecnologia, foi pautada pelo Plano Nacional de Defesa, como foi concebido no início da década de 40.

**Figura 3:** Criação de Tecnologia Aeroespacial e de Defesa no Brasil (a autora)



O setor aeroespacial, segundo dados do MCT, obteve uma evolução notável, tornando-se responsável pela geração de uma receita de US\$ 3,4 bilhões em 2001, tendo como destaque o desempenho da EMBRAER. “A indústria espacial representa menos de 3% do faturamento global do setor aeroespacial”, contabiliza Câmara (2003).

A expectativa do setor é de crescimento para US\$ 6,3 bilhões até 2005, com um novo salto para US\$ 7,8 bilhões em 2010. Esse crescimento, segundo prevê Bartels (2003), deverá incluir um aumento significativo nos postos de trabalho dos atuais 15 mil para 24 mil em 2005, chegando ao nível de 27 mil em 2010. Para que esse crescimento seja atingido, segundo Bartels (2003), “é preciso fortalecer as pequenas e médias indústrias aeroespaciais e ampliar o apoio dos fundos setoriais e da Financiadora de Pesquisas e Estudos (FINEP)”.

### **Definição de “alta tecnologia”**

A expressão “alta tecnologia”, usualmente, é utilizada como um sinônimo da mais alta tecnologia conhecida, tocando as fronteiras do conhecimento científico e tecnológico. São comumente reconhecidos como setores de alta tecnologia os setores de Biotecnologia, Tecnologia da Informação, Nanotecnologia.

É claro que a indústria aeronáutica dos jatos comerciais, a aeroespacial de lançadores e satélites, a de defesa (mísseis), a mecatrônica, a indústria moderna de máquinas-ferramenta, a de fotônica, além da indústria nuclear, são também classificáveis como “de alta tecnologia”, mercê de sua dependência intensiva de conhecimentos científico-tecnológicos recentes.

“Altas Tecnologias”, “Tecnologias Críticas” e “Tecnologias Militarmente Críticas” têm, em comum, o fato de uma tecnologia nova pode fornecer uma vantagem comercial e/ou militar do seu possuidor sobre quem não as detiver.

Os acordos restritivos internacionais, dos quais o Brasil faz parte, como o “*Missile Technology Control Regime*” servem de barreiras ao acesso às tecnologias, ainda que tenham declarado uso civil, impondo severas restrições a nações que não as detiverem. Um exemplo é a necessidade do uso da tecnologia de sensores inerciais, utilizável em mísseis, em equipamentos de perfuração de poços de petróleo e sua exploração em águas profundas e ultra-profundas.

## **Desdobramentos da P&D e a formação de pólos de alta tecnologia**

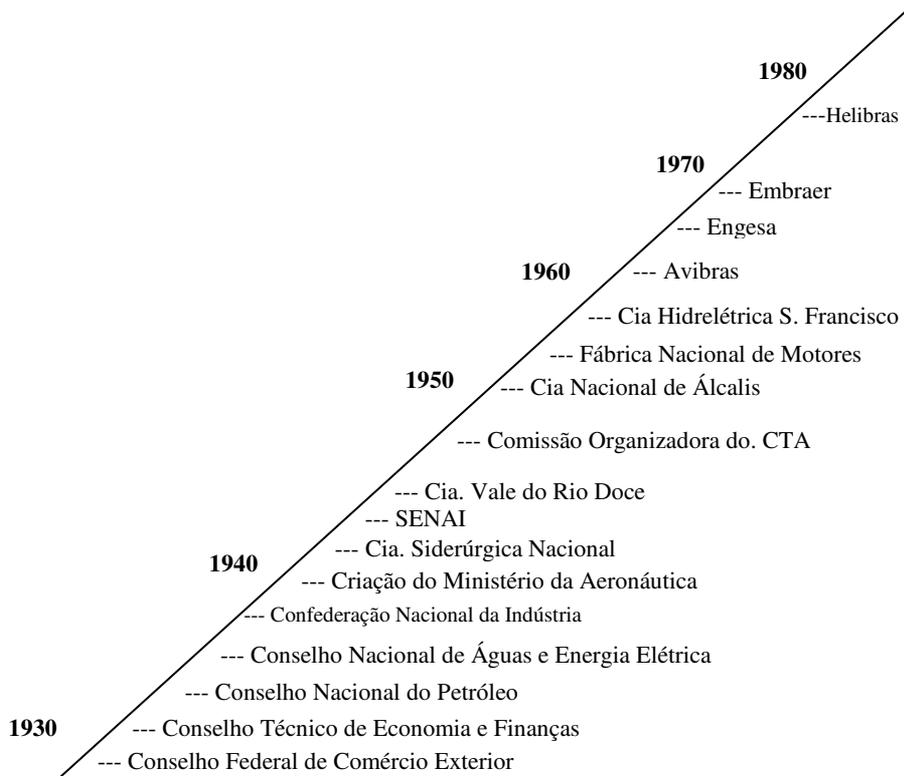
As novas empresas que desenvolvem produtos e serviços de alta tecnologia dependem e necessitam de uma estreita relação com as universidades e os centros de pesquisas. Estes centros atuam como fonte de suprimento de pessoal qualificado em programas de graduação e pós-graduação. Os centros de pesquisa, por meio do seu capital intelectual, apoiado e orientado nas ações de P&D, absorvem grande parte dos riscos tecnológicos inerentes, os quais não seriam facilmente suportados pela iniciativa privada.

Os pólos de alta tecnologia, por sua vez, são construídos a partir de um conjunto de mecanismos do governo que vão desde incentivos e isenções fiscais, além de facilidades de crédito para a aquisição de terras para a instalação de empresas do setor visado.

A forma utilizada para estimular a formação de aglomerados de empresas de alta tecnologia são as “incubadeiras de empresas de tecnologia”, hospedadas por universidades que, apoiadas pelo governo municipal, acolhem as empresas nascentes, reduzindo-lhes ao máximo os custos de instalação com o uso compartilhado dos recursos produtivos.

A linha do tempo, a seguir, exhibe o efeito do desdobramento da política industrial adotada pelo governo na década de 1930, com a criação da infra-estrutura de serviços da qual resultariam algumas das mais expressivas empresas do setor de alta tecnologia, decorrentes da formação do pólo de tecnologia aeroespacial na cidade de São José dos Campos, interior de São Paulo, a qual abrigaria, a partir da instalação do Centro Técnico Aeroespacial, as principais empresas e ações de desenvolvimento do setor, segundo dados da AIAB (2002).

**Figura 4: Criação da Infra-estrutura Industrial: de 1930 aos 70**  
(SANTOS, 2005)



Uma análise do desenvolvimento industrial que o Brasil experimentou, em particular, entre 1930 e 1970, evidencia a imprescindibilidade do direcionamento de investimentos para a criação de infra-estrutura necessária para o nascimento de empresas de base tecnológica em setores estratégicos para o país.

Em decorrência do contexto da Segunda Guerra Mundial, o setor eleito foi o da indústria aeronáutica. Porém, com a passagem do foco aeronáutico para o setor aeroespacial, nos anos 60-70, parece ter havido um esvaziamento da ação de P&D no setor de alta tecnologia, no *spin-off* da tecnologia aeronáutica para a sociedade industrial.

Ao contrário de outras nações, que mantiveram altos níveis de investimento em P&D em alta tecnologia, como será visto no capítulo a seguir, o país conteve e reorientou a abrangência da pesquisa tecnológica, transferindo parte considerável da responsabilidade de

desenvolvimento para a indústria, como foi o caso da Embraer (MANERA, 2004).

Os efeitos da reorientação da P&D nacional seriam refletidos nas taxas de crescimento industrial a partir da década de 1980.

### **Pesquisa e desenvolvimento tecnológico: uma análise crítica**

O Brasil é um país em 'desenvolvimento perpétuo', ou seja, uma nação que, tendo deixado o ciclo da economia primária, pautado pela exploração agrícola e mineral, não se inseriu totalmente no círculo virtuoso das grandes aplicações tecnológicas e do alinhamento da sociedade em torno das indústrias de ponta, tal como fora idealizado na década de 1930. *Latu sensu*, pode-se afirmar que o Brasil não conta com uma tradição cultural, científica e tecnológica compatível com a sua importância econômica e geopolítica. Apesar de algumas associações científicas contarem com quase um centenário de existência, como apresentado na Figura 2, apenas recentemente houve um crescimento do nível de aproveitamento dos resultados da pesquisa tecnológica na pauta de exportações, como é o caso específico da Embraer<sup>3</sup> e, antes dela, Engesa<sup>4</sup> e Avibras<sup>5</sup>, especialmente na década de 1980.

Definir um posicionamento da nação em relação ao desenvolvimento tecnológico no país tem sido uma tarefa árdua, desde a sua base conceitual. Há uma flagrante dificuldade na separação do papel de uma gerência da pesquisa científica, cujo resultado é, quando muito, um protótipo funcional, da pesquisa tecnológica cujo resultado é um produto, com todas as suas implicações econômicas.

Paradoxalmente, o país exibe um portfólio interessante no que diz respeito à tecnologia, com vários e importantes nichos de competência: os aviões da Embraer, de sucesso mundial, liderando o *ranking* internacional na produção de jatos regionais, no padrão ERJ 145. Logo a seguir, outro destaque do P&D aplicado e de reconhecimento internacional, é a tecnologia de exploração de petróleo em águas profundas, e mais recentemente ultra-profundas, que fez da Petrobrás a líder no segmento e possibilitou ao país chegar a uma produção de petróleo de algo como 1.800.000 barris de petróleo por dia,

---

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Aeronáutica, fabricante de aviões civis e militares.

<sup>4</sup> Engenheiros Especializados S/A., indústria de produtos bélicos - jeep, caminhões e blindados - extinta nos anos 1990.

<sup>5</sup> AVIBRÁS Indústria Aeroespacial S/A, fabricantes de mísseis e outros produtos bélicos.

o que corresponde a 100% do consumo nacional (Biblioteca Virtual de Engenharia, 2005).

Outros exemplos de desdobramentos da tecnologia pura no setor da produção de bens e serviços referem-se à captação, armazenamento e distribuição de energia elétrica, produção de mísseis e indústria de armamentos bélicos e geração de energia alternativa. A tecnologia de transmissão de energia elétrica que permitiu que a energia de Itaipú chegasse ao sudeste do país, os sistemas de armas da Avibrás, criados sem o apoio estatal de nenhuma espécie - exemplo ímpar no mundo - e o enriquecimento de urânio via centrifugação, só para citar alguns marcos importantes. Mesmo o caso dos sistemas de armas da Engesa pode também ser exibido como um exemplo altamente positivo da Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (PD&D) brasileira, embora a excelência tecnológica apresentada por ela tenha sido uma razão do seu insucesso mercadológico: a venda de cerca de 1000 carros de combate – *main battle tanks* - MBTs à Arábia Saudita à época da Primeira Guerra do Golfo.

Ainda, a PD&D na área aeroespacial pode também ser apontada como uma história de sucesso parcial. Tanto o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - quanto o CTA demonstraram ter competência nas áreas de construção de satélites e foguetes, ainda que não tenham construído e lançado seu Veículo Lançador de Satélites - VLS. Não menos importante, o nível de tecnologia do setor da construção naval, nos anos 70, projetou a indústria nacional de navios no segundo lugar do segmento, perdendo apenas para o Japão. Como exemplo de sucesso de desdobramentos do P&D, devem ser incluídos os resultados obtidos na área de Biotecnologia, como, por exemplo, o Projeto Genoma, financiado pelas agências de incentivo à pesquisa, como CNPq, FINEP, FAPESP e outras.

Em outros setores da P&D, o país ainda tenta registrar alguns empreendimentos embora apenas parcialmente bem-sucedidos, como o Programa Nuclear Brasileiro, que, como foi fartamente noticiado pela grande imprensa, fora inicialmente planejado ter oito usinas com reatores do tipo *Pressurized Water Reactor* – PWR - em funcionamento, empregando urânio enriquecido, água leve e moderação por meio de grafite, antes do ano 2000 e com o domínio total do Ciclo do Urânio, o que só foi atingido como resultado do Programa Nuclear Paralelo, além de absorver totalmente a tecnologia de projeto, construção e operação de usinas nucleares.

Como exemplo de insucessos, deve-se destacar a atuação da Secretaria Especial de Informática. Após consumir um volume

considerável de recursos e, sobretudo, de tempo, na tentativa de criação de uma indústria de Informática nacional, não só não logrou atingir a geração de produto nacional, como também, pela expectativa e demora, acabou criando dificuldades para o desenvolvimento natural das empresas do setor e do processo de informatização da sociedade. Este exemplo pode ser entendido como uma etapa inerente à curva de aprendizagem naquele tipo particular de tecnologia, cujo legado, após assimilados os erros de planejamento e aprendidas as lições decorrentes, deve propiciar a tomada de decisões mais promissoras acerca do direcionamento do desenvolvimento de produtos nacionais de alta tecnologia agregada, no futuro, em condição semelhante de domínio da matriz tecnológica, como ocorreu com a Informática. Talvez a lição mais efetiva a ser aprendida seja a de gerenciar os acordos de cooperação necessários ao aceleração da curva de aprendizagem.

O Brasil, como estratégia de crescimento, pretendeu acrescentar ao capital externo principalmente a mão-de-obra de sua população que, por 2010, deve alcançar os 200 milhões de habitantes e os seus imensos recursos naturais, hidroeletricidade aí incluída. O país, segundo acreditava-se, seria, então, suficientemente atraente para atrair capital produtivo estrangeiro, uma vez que adotasse sólidos fundamentos econômicos e criasse condições infra-estruturais para a expansão da atividade industrial.

Para citar um exemplo de adoção de estratégias de crescimento e atratividade, enquanto o Brasil adotava a estratégia do crescimento industrial com o ingresso de investimentos estrangeiros, a Coreia do Sul que, à mesma época, apresentava-se superpovoada e carente de recursos naturais. Movida pelas circunstâncias restritivas, apostou no conhecimento científico-tecnológico, aproveitando-se de financiamentos relativamente fáceis que os governos estrangeiros, em particular o governo norte-americano, estavam dispostos a fazer para tornar, ao longo do investimento, a Coreia do Sul em uma vitrine do capitalismo em contraposição ao regime comunista da vizinha Coreia do Norte.

O resultado foi a obtenção de um crescimento vertiginoso nas décadas de 1960-80, o que lhe proporcionou entrar nos anos 90 como o mais agressivo dos novos países industrializados, ou "NICs" - *Newly Industrialized Countries* - do extremo oriente. Este crescimento foi obtido graças à política de investimentos maciços, pela ordem, em tecnologia, ciências, especificamente, as ciências naturais, e ensino - em quantidade e, sobretudo, em qualidade.

Um outro país, a Finlândia, pode também servir como base de comparação. Os finlandeses foram aliados da Alemanha na Segunda Guerra Mundial. Derrotados, além de perderem território tiveram que pagar pesadas reparações à União Soviética. Novamente, a motivação pautada em restrições ao progresso que, a este pequeno e gelado país, impôs a opção de crescer ou desaparecer, fez com que fossem direcionados altos investimentos em educação, ciência e tecnologia, resultando, décadas mais tarde em um dos maiores Índices de Desenvolvimento Humano do globo.

Em comum, os países anteriormente mencionados optaram em dirigir, massivamente, os investimentos nas áreas de Tecnologia e Ciências – Ciências Naturais e Engenharia – CN&E, e na área de Educação. Desse modo, tendo uma Educação forte e com altos padrões de exigência, em todos os níveis, com um robusto programa de pós-graduação na área de CN&E, esses países puderam alcançar os resultados de sucesso esperados, ainda que essa expressão “sucesso” mereça ser relativizada. No Brasil, esse esforço de investimento agressivo de formação de pessoal superior e pós-graduado foi observado, com clareza e direção, apenas durante o breve período do Programa Nuclear.

Mais recentemente, têm-se observado que os efeitos das mudanças tecnológicas, cada vez mais profundas sobre a estrutura econômica global, estão criando imensas transformações na maneira pela qual as companhias e as nações organizam suas produções, comercializam bens, investem capital e desenvolvem novos produtos e processos. De tal forma que, a maior parte do conhecimento tecnológico, não está nas mãos de nações e, sim, nas mãos das empresas privadas, com o risco de migração tecnológica de uma nação para outra, em detrimento do desenvolvimento social, ou do retorno do benefício, em caráter imediato, à localidade na qual o conhecimento foi gerado.

O desenvolvimento de ciência e tecnologia próprias é uma necessidade estratégica, deve ser encarado como um objetivo nacional. As nações devem fazer o esforço que for necessário para romper o ciclo tecnológico perverso e entrarem no virtuoso.

A Finlândia, a Coréia do Sul e outros países da Ásia mencionados neste trabalho, lograram romper esse ciclo e, passados trinta anos, emergem agora como sérios candidatos a fazerem parte do grupo das nações desenvolvidas.

Nos anos 70, do Séc. XX, o Brasil empreendeu um grande esforço para aumentar sua relevância no cenário mundial, *i.e.*, para

estabelecer uma forte base científica e tecnológica que tornaria o país auto-suficiente economicamente, forte militarmente e mais apto a suportar pressões e restrições internacionais. Para tanto, foram feitos pesados investimentos na infra-estrutura nacional para a produção de aço, máquinas-ferramenta, energia, comunicações e transportes. Foram iniciados alguns projetos de alta tecnologia, com esperados *spin-offs* civis, nas áreas de energia atômica, de aeronáutica e de pesquisa espacial.

Nos anos 70, as universidades foram reformadas de acordo com o assim chamado modelo norte-americano de pós-graduação e organização departamental, embora retendo também as características européias marcantes de separação de faculdades. Foram estabelecidas agências financiadoras de projetos em ciência e tecnologia que passaram a contribuir com a formação do pesquisador e da pesquisa. Além disso, diversos programas de pesquisa e inúmeras bolsas de estudos em universidades norte-americanas e européias foram distribuídos aos pesquisadores, a cada ano, com o intuito de fortalecer a capacidade nacional de geração de conhecimento tecnológico, o que projetaria, décadas mais tarde, alguns dos mais relevantes setores da nova tecnologia, como ciências aeroespaciais, biotecnologia e outras.

## **A Pesquisa e o Desenvolvimento Industrial**

Durante os anos 80, o rápido crescimento da economia brasileira perdeu impulso e deu-se o início a um período de estagnação deflagrado pela primeira crise do petróleo. Os investimentos feitos em infra-estrutura e em ciência e tecnologia na década anterior foram insuficientes para gerar resultados que garantissem o pagamento da dívida externa acumulada no período dando início à crise da dívida e à inflação descontrolada.

A crise brasileira resultou de uma combinação de fatores, dos quais, aqui se deseja destacar o padrão de crescimento da economia gerado internamente pela industrialização produzida pela substituição de importações, o aumento dos gastos devido ao aumento dos juros internacionais, o preço do petróleo, além do descontrolado aumento dos gastos públicos gerada pela descentralização do governo e pelo extensivo apadrinhamento político.

Algumas das questões-chave para os anos 90, e que perduram até hoje, incluem a verificação, análise e contra-ataque do que deu errado, isto é, sobre como as capacidades criadas nos anos 70 podem ser usadas para readquirir o crescimento econômico e melhorar as

condições sociais em um contexto internacional profundamente alterado.

A curva de aprendizagem tecnológica tem sido responsável pela quebra de diversos paradigmas, como a impermeabilidade da cultura ocidental versus a cultura oriental. Os exemplos de maior destaque no desenvolvimento social e econômico evidenciam que a transposição cultural é possível e, sobretudo, compensadora, tanto para o desenvolvimento da ciência e dos seus desdobramentos nas indústrias quanto no crescimento dos indicadores econômicos dos países.

A hipótese mais promissora, e simplificada, para responder a integração entre sociedade científica e sociedade industrial, diz respeito ao fato de que a ciência oriunda de universidades centros de P&D migrariam através de cientistas, engenheiros e outros profissionais altamente qualificados para a sociedade como um todo que, assim, usufruiria dos benefícios de contar no país com estes mesmos pesquisadores e outros egressos de sistemas de educação superior, cuja formação teria sido majoritariamente arcada por esta mesma sociedade.

A reforma universitária, com a introdução dos sistemas de pós-graduação nos moldes estadunidenses, ocorreu muito rapidamente. Concomitantemente, houve no país uma grande oferta de cursos nas áreas de ciências naturais e engenharia, o que contribuiu decisivamente para a queda global nos padrões deste ensino. Por outro lado, os departamentos das universidades governamentais que conseguiram manter seus níveis de qualidade atingiram os níveis de proficiência condizentes com a parcela mais desenvolvida do mundo. Desta forma, enquanto uma pequena parcela de instituições – públicas e privadas - configuravam ilhas de excelência, enquanto que a maioria delas ficava para trás.

No que diz respeito à tecnologia, o projeto nacional de industrialização concebido originalmente não orientava, de modo amplo, o aporte de conhecimento necessário para os setores na pauta do desenvolvimento, exceção feita aos grandes programas com base militar em energia atômica, pesquisa espacial e aeronáutica os quais assumiram o papel de gerar as necessidades da geração nacional de inovações, alavancando o desenvolvimento tecnológico nacional.

Verifica-se que estes contribuíram para o desenvolvimento de algumas redes altamente qualificadas de fornecedores locais e parceiros abrangidas pela especificidade dos produtos desenvolvidos, não cabendo extensões aos demais setores da indústria ou a especilização desta como um todo, embora o meio educacional gerado

em torno da indústria aeroespacial tenha encaminhado profissionais para os diversos setores da indústria nacional.

No início década de 1980, a política de nacionalismo tecnológico e auto-suficiência em diversos setores, exceto a área de Informática por políticas protecionistas, permitiu o crescimento de algumas indústrias locais bem qualificadas, mas o efeito sobre a capacidade total de produção da economia como um todo foi negativo, e a falta de habilidade de seguir o mercado internacional em preço e qualidade forçou a sua descontinuação.

Na intenção de verificar o que deu errado com os planejamentos concertados nos anos 1970 e 80 e, sobretudo, como as capacidades em ciência e tecnologia criadas nos anos 70 podem ainda ser usadas para readquirir o crescimento econômico, em julho de 2001, o Ministério da Ciência e da Tecnologia divulgou seu “Livro Verde”, resultado de um “amplo debate” na comunidade de C&T. São listadas como contribuintes para este documento cerca de 360 pessoas sendo que, destas, explicitamente, apenas em torno de 40 estão ligadas, de alguma forma, ao mundo empresarial, notando-se, em adição, que destas últimas, cinco desempenham atividades de caráter administrativo-financeiro. Dessa forma, observa-se que do total de contribuintes, no máximo, só, de 5 a 10% tiveram algum contato efetivo com a pesquisa tecnológica: – pesquisa aplicada em ambiente empresarial, com clara destinação comercial. Desta forma, a formulação de um elenco de políticas de incentivos ao desenvolvimento da tecnologia com vista à inovação, mais uma vez, não propiciou a consideração sobre a exequibilidade de uma política nacional de suporte à inovação, do ponto de vista da sociedade industrial e do foco comercial que, ao final do ciclo do P&D, responde pela geração de riqueza nacional.

O Livro Verde, por sua vez, deu origem ao Livro Branco, de julho de 2002, no qual o governo faz sua confissão de fé no progresso tecnológico. Porém, limita-se a um enunciado de princípios desacompanhado de uma proposta de Políticas de Investimentos em P&D, e, sobretudo, o tecnológico que, em linhas gerais, refere-se à:

- Criação de um ambiente favorável à inovação no país;
- Ampliação da capacidade de inovação e ampliar a base científica e tecnológica nacional;
- Consolidação, aperfeiçoamento e modernização do aparato institucional de Ciência, Tecnologia e Inovação;
- Integração de todas as regiões ao esforço nacional de capacitação para Ciência, Tecnologia e Inovação;

- Desenvolvimento de uma base ampla de apoio e envolvimento da sociedade na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação;
- Transformação da CT&I em elemento estratégico da política de desenvolvimento industrial. (MCT - Livro Branco, 2002)

Verifica-se que o trabalho desta coletividade serviu para se estabelecer um corolário de intenções. Aparentemente, não houve uma análise aprofundada do desempenho da atual política dos fundos setoriais.

O governo, por meio do MCT, está ciente do perigo da inação no que tange à política tecnologia, uma vez que, ainda, o Livro Verde (2001, p. 19), na sua apresentação, destaca que:

Desde a segunda metade do século XX, está em curso uma revolução radical, certamente a mais profunda de toda a história da espécie humana até o presente. Impulsionada por dois grandes avanços do conhecimento – a ampliação da capacidade dos sistemas de comunicação e processamento de informação, representada pelo computador e sua integração com os meios de comunicação e os processos da biologia molecular – ela deve nos preocupar, enquanto nação, por suas implicações políticas e econômicas.

E continua:

Os países, cujas populações não alcançarem o nível educacional requerido para acompanhar e se adiantar a essa revolução, estarão condenados a um atraso relativo crescente e a uma dependência política daquelas nações que dominam o conhecimento, mais opressora do que qualquer outra jamais vista na história da Humanidade. Não se trata de subjugação militar, visível nas forças de ocupação de uma potência estrangeira, ou econômica, perceptível nas limitações externas às opções de uma política nacional. Trata-se de uma subjugação completa, invisível e inescapável. (*op. Cit.*, p. XIX)

## **A pesquisa e o desenvolvimento em números e dados**

Uma análise mais aprofundada, combinando-se os dados dos relatórios da *Organisation for Economic Cooperation and Development* - OECD com o Livro Verde (MCT, 2001), conclui-se que o investimento brasileiro em P&D, está muito aquém do que seria esperado. Foram

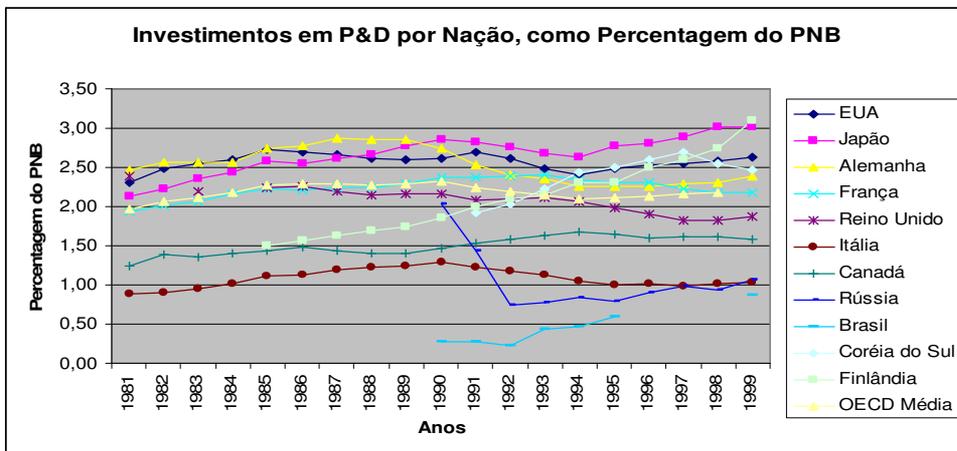
registrados níveis relativamente estáveis de investimento em P&D, em relação ao PIB nos últimos anos, conforme indica a Tabela 5, a seguir.

**Tabela 5:** Brasil: Comparações produto interno bruto (PIB) e investimentos em C&T , 2000-2005 (MCT, 2006)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005(1)
<b>Produto Interno Bruto - PIB</b>	<b>1.101.255,1</b>	<b>1.198.736,0</b>	<b>1.346.028,0</b>	<b>1.556.182,0</b>	<b>1.766.621,0</b>	<b>1.937.598,3</b>
<b>TOTAL</b>						
Investimentos em C&T	14.350,4	16.232,6	18.136,8	20.153,1	22.693,1	23.974,6
Índice (2000=100)	100,00	113,12	126,39	140,44	158,14	167,07
% em relação ao PIB	1,30	1,35	1,35	1,30	1,28	1,24

O Gráfico a seguir demonstra a insuficiência de investimentos em P&D no Brasil em relação aos países considerados, historicamente, desenvolvidos e os NIC – novos países industrializados.

**Gráfico 6:** Investimentos em P&D por Nação, como Percentagem do PNB (o autor).



Quando se trata dos investimentos totais em P&D a diferença aumenta. Os EUA investem praticamente a metade dos recursos mundiais anuais destinados a PD&D: 44%. Os demais países do G-7, juntos, não alcançam os EUA. A contribuição do restante dos países membro da OECD, o Brasil aí incluído, é de 15,4%. Esse dado ilustra que a contribuição brasileira no cenário científico-tecnológica é, ainda, estatisticamente, pouco significativa.

Em P&D, o custo do pioneirismo cobra um alto preço, e este deve ser deduzido ao se tratar da P&D do seguidor. Reproduzir um trabalho é sempre mais barato que fazê-lo pela primeira vez, mesmo resguardando todos os direitos de propriedade intelectual aplicáveis. Os países seguidores, como o Brasil, não têm que arcar com estes custos de primazia pagos pelos países desenvolvidos. De acordo com os dados avaliados, o Brasil já tem todas as condições para se tornar, no campo da tecnologia e da inovação, um seguidor cada vez mais eficiente. Este é bom um caminho para num futuro próximo deixar de ser seguidor e se tornar líder. Deve-se reconhecer que o Brasil esteja empenhado no sentido de aumentar sua base científica e tecnológica.

A destinação de recursos para a formação de pessoal em P&D nas áreas de Ciências Naturais e Engenharia (CN&E), isto é, de mestres e doutores, é bastante ilustrativa do esforço nacional em C&T se os números do Livro Verde (2001) referirem-se unicamente às áreas

de Ciências Naturais e Engenharia - CN&E – relevantes como recursos econômicos da nação, o que não fica explícito.

Wagner *et al.* (2001), em pesquisa desenvolvida pela Organização RAND, para o Banco Mundial, desenvolveram um índice composto por: PNB *per capita*, gastos em P&D, número de estudantes-bolsistas nos EUA, número de cientistas e engenheiros, instituições de pesquisas e universidades, artigos publicados nas áreas de Ciência e Tecnologia, número de patentes requeridas nos escritórios USPTO/EPO. Com base neste índice, os países foram divididos em quatro categorias:

- **Países Cientificamente Avançados**, que reúne as 22 nações que têm a classificação mais positiva na capacidade científica e tecnológica, *i.e.*, que possuem capacidades em C&T acima da média mundial,
- **Países Cientificamente Proficientes**, que forma um grupo de 24 nações que possuem uma capacidade global em C&T na média mundial ou acima desta, mas não são tão uniformemente capazes quanto as nações avançadas,
- **Países Cientificamente em Desenvolvimento**, que são aquelas outras 24 nações que, embora tenham feito alguns investimentos positivos em C&T, suas capacidades globais ficam abaixo da média mundial,
- **Países Cientificamente Atrasados**, que reúne as remanescentes 80 nações.

O Brasil que, apesar das crises ou dos ajustes necessários, ainda pendentes, na condução de sua política de crescimento econômico, é a décima-segunda economia do mundo, já tendo sido a oitava, há pouco tempo, e está colocado em 18º lugar de 24 entre os *Scientifically Proficient Countries*, o que revela que apesar de gradual, a formação da comunidade científica nacional vem cumprindo seu intento de contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Contudo, uma maneira objetiva de se estimar a contribuição do setor educacional para um eventual salto tecnológico pretendido, compatível com o número de mestres e, sobretudo, doutores nas áreas de Engenharia e Ciências Naturais, seriam aquelas que permitem identificar a sua relevância tecnológica e, sobretudo, resultado econômico.

Novamente, e para enfatizar, o Brasil, que é a 12ª economia do globo e o 4º país mais populoso do planeta, ocupa o 40º posto em efetividade na área de P&D, segundo o critério RAND. Mesmo tendo

em conta o exotismo do resultado, que põe o Brasil atrás do Grão Ducado de Luxemburgo e da cidade-estado de Singapura, essa avaliação é um indicador da falta de efetividade das políticas nacionais de C&T.

### **Outras Considerações**

A inserção do Brasil no cenário da Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Internacional pode ser descrita como um esforço com alto grau de dispersão pela ausência de um Projeto de Desenvolvimento Tecnológico amplo e abrangente, que abrigue e patrocine, de fato, a pesquisa pura, de longo prazo, nos setores efetivamente estratégicos e com alto potencial para formação de pólos produtivos de alta tecnologia, e apóie a pesquisa aplicada em parceria com as empresas. Como ocorre no setor das Artes e da Cultura, é necessário incentivar a prática da pesquisa de curto prazo e de médio prazo nas organizações, de modo a fomentar as transferências simplificadas e a criação de novas indústrias.

É preciso integrar os interesses dos setores da Indústria e da Ciência e Tecnologia, para que os novos conhecimentos possam reverter benefícios extraordinários para a competitividade do país. Os números apontam uma evolução, ainda que lenta. Mas, é importante ressaltar que enquanto os dados demográficos apontam crescimento da atividade da P&D no país, os dados sócio-econômicos continuam preocupantes. As desproporções entre o grau de inovação e os indicadores sociais, como emprego e cultura, são muito grandes, ainda que o Brasil ocupe uma posição de destaque no cenário econômico mundial.

De acordo com o periódico *CIA World Factbook* – (CIA, 2006), o mundo possui 6.446.131.400 habitantes em 01 de março de 2006 e um Produto Mundial Bruto de \$ 59,38 trilhões em paridade de poder de compra - PPC. Por seu lado, o Brasil tem uma população de 186.112.794 habitantes segundo o *US Bureau of Census*, isto é, 2,89% da humanidade e um PNB de 1,58 trilhões de PPC, i.e., 2,66% da produção anual de riquezas do mundo.

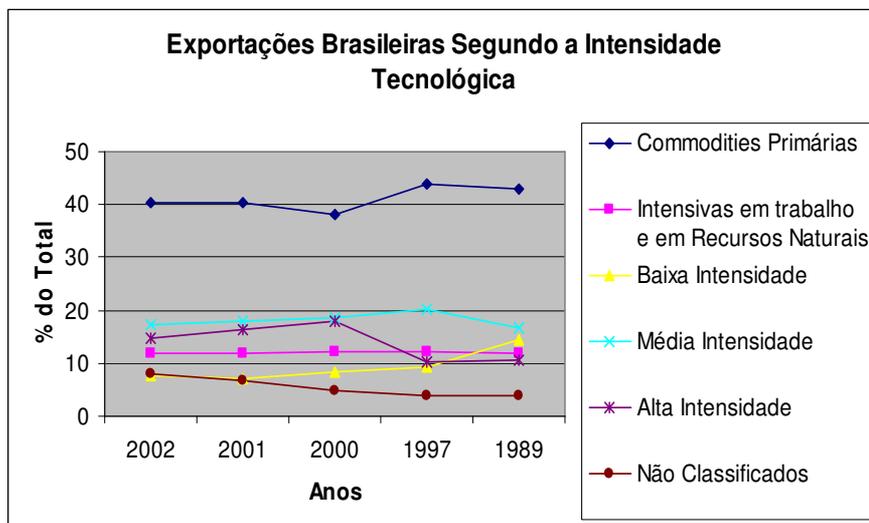
O país possui um volume de exportações estimado em \$ 115,1 bilhões e de importações em \$78,02 bilhões em 2005, para um comércio mundial estimado em cerca de 9 trilhões de dólares (US\$ 9,099 trilhões em exportações e US\$ 9,47 em importações), contribuindo somente com 1,28 % das exportações mundiais.

Segundo dados do Ministério das Relações Exteriores (2006), em 2005, o país gerou um Produto Interno Bruto de US\$ 617,994

bilhões de janeiro a setembro, totalizando, no ano, US\$ 823,992 bilhões, e investiu, no mesmo ano, 1,37% do PIB em C&T, o que resulta um valor bruto de US\$ 11,289 bilhões na área (MCT, 2006). A *American Association for the Advancement of Science – AAAS* (2006) calculou que o valor global investido em C&T, em 2005, foi da ordem de US\$ 836 bilhões. Isto faz com que a contribuição brasileira para o desenvolvimento científico-tecnológico seja de 1,35% do total.

Novamente, examinando-se a estrutura da pauta de exportações brasileira apresentada na Figura 7, a seguir, verifica-se que o Brasil é majoritariamente um exportador de *commodities* básicas e de *commodities* intensivas em trabalho e em recursos naturais (Coutinho, 2003). A média mundial é centrada nos bens de alta tecnologia.

**Figura 7:** Exportações Brasileiras segundo a Intensidade Tecnológica (COUTINHO, 2003)



Para avaliar a condição decorrente da pauta de exportações de *commodities* que têm caracterizado a situação brasileira, Jank (2002, p. A2) explica que:

Vale lembrar que *commodities* são, por definição, produtos padronizados e não diferenciados, nos quais o produtor não tem o poder de fixar preços e cujo mercado é caracterizado pela presença de pequenas

barreiras à entrada e pela facilidade de arbitragem nos mercados interno e externo.

Este caso é registrado na exportação de grãos brasileiros, por exemplo. O país sofre com a interposição de falsas barreiras sanitárias e de concorrências nem sempre leais. Além disso, o setor de *commodities primárias*, não oferece um crescimento continuado das exportações nacionais. A menos que ocorram catástrofes naturais de grande alcance, o mercado mundial de alimentos está atendido.

## Conclusões

Nenhuma nação de porte populacional conseguiu cruzar o limite do pleno desenvolvimento graças à produção e exportação de *commodities* básicas, ou de bens intensivos em trabalho e em matéria-prima. Por exemplo, o Irã, a Venezuela e a Nigéria não conseguiram usar sua receita de petróleo para sustentar seus plenos desenvolvimentos. As projeções feitas para a Arábia Saudita não são alvissareiras: como sua população cresce mais rapidamente que sua receita e o país é um deserto dependente de importações, estima-se que no futuro empobreça cada vez mais.

O Brasil necessita corrigir as distorções e fazer com que sejam empregadas maiores e mais eficientes quantidades de recursos para P&D. Billi (2006) faz uma pequena análise onde aponta claramente a falta de uma política nacional de inovação. Para a construção desta política, tem-se que ter em conta que a sua concepção não é tarefa simples. É preciso pensar prioritariamente na ciência associada à tecnologia. E é preciso pensar prioritariamente na inovação que pode alcançar sucesso comercial. Tecnologia que não resulta em inovações viáveis é improdutiva, inútil. E o processo inovador é, antes de mais nada, um negócio e deve ser tratado como tal. E como um negócio tem que aproveitar a janela de oportunidade e tem que ter ao seu dispor os recursos necessários, não só científicos e tecnológicos, mas também gerenciais, legais, fiscais, para citar alguns.

Por outro lado, fazer uma opção pela tecnologia não significa abandonar de posições tão custosamente atingidas de “*commodities*” básicas, de bens intensivos em trabalho e matéria-prima. Pelo contrário, o que merece debate e ação é a abertura de uma “frente de alta tecnologia” sem prejuízo dos marcos já atingidos.

Para que o país não continue a ver passar as oportunidades é imperioso estabelecer uma estratégia de inovação tecnológica vinculada à política industrial de modo a fortalecer a soma das

capacidades competitivas nacionais, refletidas na habilidade de competir diretamente nos mercados globalizados internacionais. O governo e a sociedade têm que agir no sentido da absorção de riscos insustentáveis empresarialmente.

Um urgente real programa nacional de inovação não pode ser projeto de governo, tem que ser um projeto nacional, algo como o continuado projeto nacional da obtenção da independência no setor de petróleo.

### Referências bibliográficas

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE - AAAS. Artigo. **R&D Budget and Policy Program: Guide to R&D Funding Data – International Comparisons**. AAAS, 2006. Disponível em <http://www.aaas.org/spp/rd/guiintl.htm> . Acesso em Março, 1, 2006.

AIAB – Associação Brasileira das Indústrias Aeroespaciais do Brasil. **Tecnologia aeroespacial e o poder de uma nação**. Apresentação oficial da AIAB. Abril, 2002.

BARTELS, Valter. \_\_\_\_\_. **Indústria aeroespacial apoiará ações do MCT**. Assessoria de Imprensa do MCT, Brasília, 16/01/2003. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/comunicacao/textos/default.asp?cod\\_tipo=1&cod\\_texto=3092](http://www.mct.gov.br/comunicacao/textos/default.asp?cod_tipo=1&cod_texto=3092). Acesso em: 27, ago, 2003.

BIBLIOTECA VIRTUAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO – **“Produção da Petrobrás atinge barreira de 1,8 milhão de barris, equivalente ao Consumo Diário do País”**- CNPq – Prossiga – Núcleo de Excelência em Engenharia de Petróleo – 2005 – disponível em: <[http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE61/mai\\_18\\_1.htm](http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE61/mai_18_1.htm)> Acesso em 01. mar. 2006,

BILLI, M. “Ciência avança no país, mas não gera riqueza” – SEBRAE – Artigos para MPE’S 2003 – disponível em: [http://www.sebraesc.com.br/newart/mostrar\\_matéria.asp](http://www.sebraesc.com.br/newart/mostrar_matéria.asp). Acesso em Março, 1, 2006.

CÂMARA, Gilberto. **Programa Espacial: C&T e Desenvolvimento Industrial**. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.dpibe.br/gilberto/palestras.html>. Acesso em 13 ago, 2003.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY. **CIA World Factbook 2006**. CIA 2006 Disponível em <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook>. Acesso em Março, 1, 2006.

COUTINHO, Luciano e FERRAZ, João Carlos. (Org.) **Estudo da competitividade da industria brasileira**. 4ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2002.

COUTINHO, L. – **Mecanismos de Integração das Políticas Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, em apoio à estratégia de Investimento para Exportar** – Estudos e Pesquisas nº 49 – XV Fórum Nacional – O Novo Governo, Novas Prioridades e Crescimento Sustentado – R.J. – Instituto Nacional de Altos Estudos - INAE - maio 2003 – disponível em: <http://forumnacional.org.br/publi/ep/EP0049.pdf> , acesso em 01 de março de 2006

FERNANDES, Ana Maria. **A construção da ciência no Brasil e a SBPC**. Brasília: UNB: ANPOCS: CNPq, 1990.

JANK, M.S. Artigo. **Problemas e Soluções da Pauta das Exportações**. O Estado de São Paulo, 21/05/2002 – pg. A2.

MANERA, Roberto. **EMBRAER nacionalizou conhecimento**. *Gazeta Mercantil Online*. São Paulo. 16 abr. 2004. Disponível em: [www.defesanet.com.br/fx/lessabndes/](http://www.defesanet.com.br/fx/lessabndes/) Acesso em: 09 set. 2004.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA e CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Modernidade do Brasil: Cenários de Ciência e Tecnologia, 1990/ 2010**. Brasília: CNPq, 1995, disponível em: <http://www.mct.gov.br/publi/PADCT/txarm.pdf> . Acesso em Março, 1, 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, MCT. **Livro Verde. O Debate Necessário: Ciência Tecnologia Inovação – Desafios para a Sociedade Brasileira**. MCT & ABC: 2001. Disponível em [http://mct.gov.br/Livro\\_Verde/](http://mct.gov.br/Livro_Verde/). Acesso em Março, 1, 2006.

\_\_\_\_\_. **Livro Branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. MCT, 2002. Disponível em [http://www.cgee.org.br/arquivos/livro\\_branco/\\_cti.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/livro_branco/_cti.pdf). Acesso em Março, 1, 2006.

\_\_\_\_\_. **Recursos Alocados em C&T - Indicadores Brasil – 2006**. Disponível em <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp>. Acesso em Março, 1, 2006.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Dados Macroeconômicos – 2006**. Disponível em <http://www.dc.mre.gov.br/brasil/page17.asp>, acesso em Março, 1, 2006.

---

\_\_\_\_\_. **Brasil: Comparações produto interno bruto (PIB) e investimentos em C&T ,2000-2005.** Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9138.html/>. Acesso em Setembro, 10, 2006.

SANTOS, Isabel Cristina dos. **Um modelo estruturado de gestão do conhecimento em indústrias de base tecnológica: estudo de caso de uma empresa do setor aeronáutico.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Produção. 2004. 185 p.

\_\_\_\_\_. **Estratégias para a criação da indústria aeroespacial brasileira.** Artigo. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Volume 1, número 2 – Mai-Ago, 2005. ISSN 1809.239X. Disponível em [www.rbgdr.net](http://www.rbgdr.net). Acesso em 03 de março, 2005.

WAGNER, C.S., BRAHMAKHULAM, I., JACKSON, B., WONG, A., YODA, T. **Science and Technology Collaboration: Building Capacity in Developing Countries?** Report MR-1357.0-WB – March 2001 – RAND – Disponível em: <http://www.rand.org/>.