

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA E PESQUISA TECNOLÓGICA: A LUTA
POR UMA POLÍTICA NACIONAL EM C&T.**

**SCIENCE, TECHNOLOGY AND TECHNOLOGICAL RESEARCH:
THE QUEST FOR A S&T NATIONAL POLICY.**

Dr. Márcio da Silveira Luz

Professor Assistente Doutor

mssluz@bighost.com.br

Dra. Isabel Cristina dos Santos

Professora Assistente Doutora

isa.santos.sjc@gmail.com

Universidade de Taubaté - Departamento de Economia, Contábeis e Administração

Rua Expedicionário Ernesto Pereira, Portão 3, Taubaté –SP 12030-320

Tel. 55 – 12 - 3621.8523

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 problemas na formulação de estratégias de P&D e uma política futura de inovação.

Palavras-chave: Ciência e Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento, Inovação, Formulação de Políticas.

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 some questions related to the Brazilian R&D strategy outline and innovation future policy.

Keywords: Science and Technology, Research and Development, Innovation, Policy Formulation.

1. DESENVOLVIMENTO DA 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 para a 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.

1.1 A Formação de Uma Comunidade Científica no Brasil

A geração de conhecimento científico no Brasil equivale 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

apresentados no 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 da economia do país ser de base agrícola, no início dessa formação social, pode ser compreendida a partir da seguinte análise feita pela Revista Ciência e Cultura, em 1968, (*apud* FERNANDES, 1990, p.155):

Os economistas da ONU dizem que a duplicação do Produto Nacional Bruto (PNB), entre 1947 e 1967, nos atuais países desenvolvidos, é devida a grandes investimentos na Ciência e Tecnologia. No entanto, o Brasil está gastando apenas 0,18% do seu PNB em Pesquisa e Desenvolvimento, enquanto as nações desenvolvidas gastam 3%.

Apesar dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento serem historicamente baixos, se comparados aos 3% sobre o PNB investido pelos países desenvolvidos, é importante destacar que, segundo dados do IBGE e informações descritas por Fernandes (1990), a proporção de pesquisadores por habitante vêm aumentando significativamente, a cada nova geração.

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

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 subseqüentes.

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 a seguir oferece a perspectiva de criação dos principais órgãos do pensamento científico nacional, a partir do início do Séc. XX.

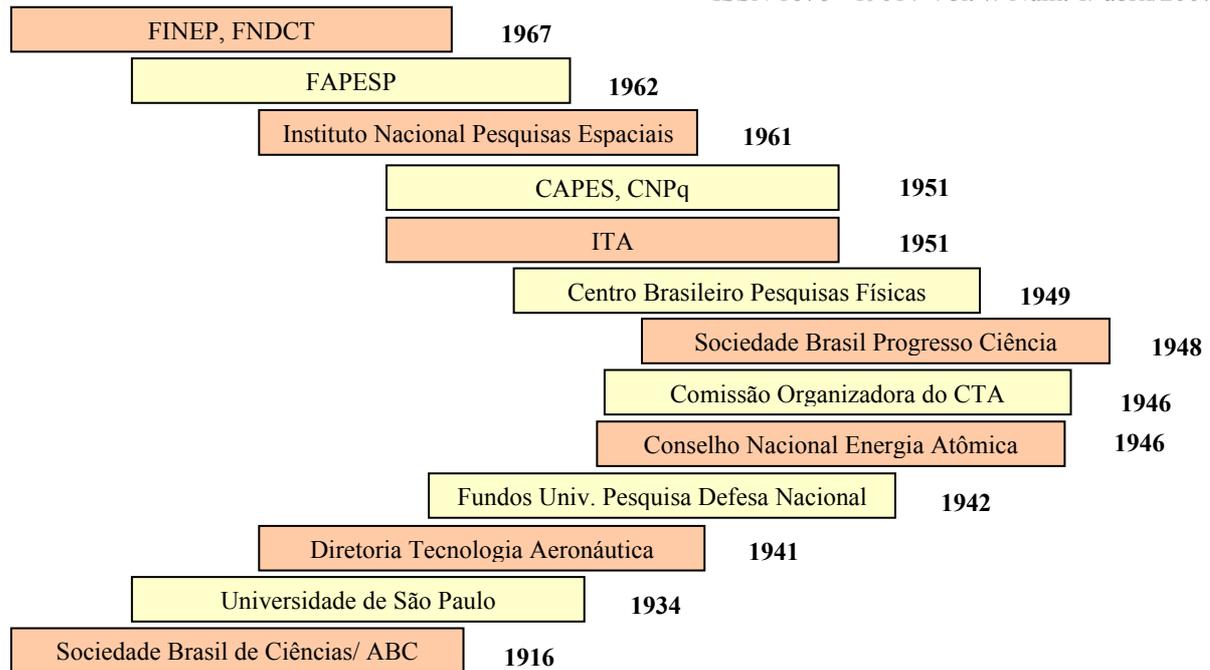


Figura 1: Comunidade Científica: do passado agrícola ao futuro esplêndido (SANTOS, 2005)

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 com 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 em formação de pesquisa e ciência local tem 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 a 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.

1.3 Difusão do Conhecimento Tecnológico

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 com os melhores especialistas, brasileiros e estrangeiros, 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 2 a seguir, oferece uma síntese do modelo de criação de conhecimento na indústria aeroespacial brasileira dentro de uma perspectiva estratégica associada à visão de futuro, delineada pela urgência na nacionalização tecnológica.

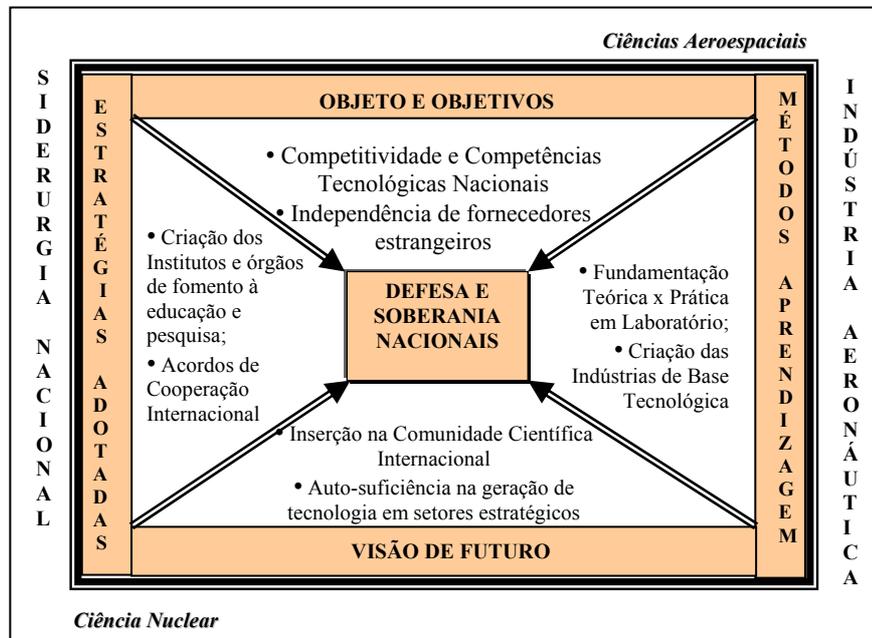


Figura 2. Criação de Tecnologia Aeroespacial e Defesa no Brasil.

A Figura 2 destaca 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, voltada à sustentação do Plano Nacional de Defesa, como foi concebida no início da década de 40.

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)”.

1.4 Alta Tecnologia e Tecnologia Crítica

A expressão “alta tecnologia”, usualmente, é utilizada como um sinônimo da mais recente e sofisticada tecnologia conhecida, tocando as fronteiras do conhecimento científico e tecnológico. “Alta Tecnologia” é também usualmente confundida com o “Estado da Arte” numa dada área. Não há, entretanto uma definição do que possa vir a ser “alta tecnologia”, mas dado o seu caráter recente, são comumente reconhecidos como tal os setores de biotecnologia, tecnologia da informação, nanotecnologia.

É claro que a indústria dos aviões a jato, 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 extensiva e intensiva de conhecimentos científico-tecnológicos recentes.

“Altas Tecnologias” têm conexão estreita com as “Tecnologias Críticas” e as “Tecnologias Militarmente Críticas”. Estas últimas têm, em comum, o fato de uma tecnologia nova poder 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.

1.5 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, exibe 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).

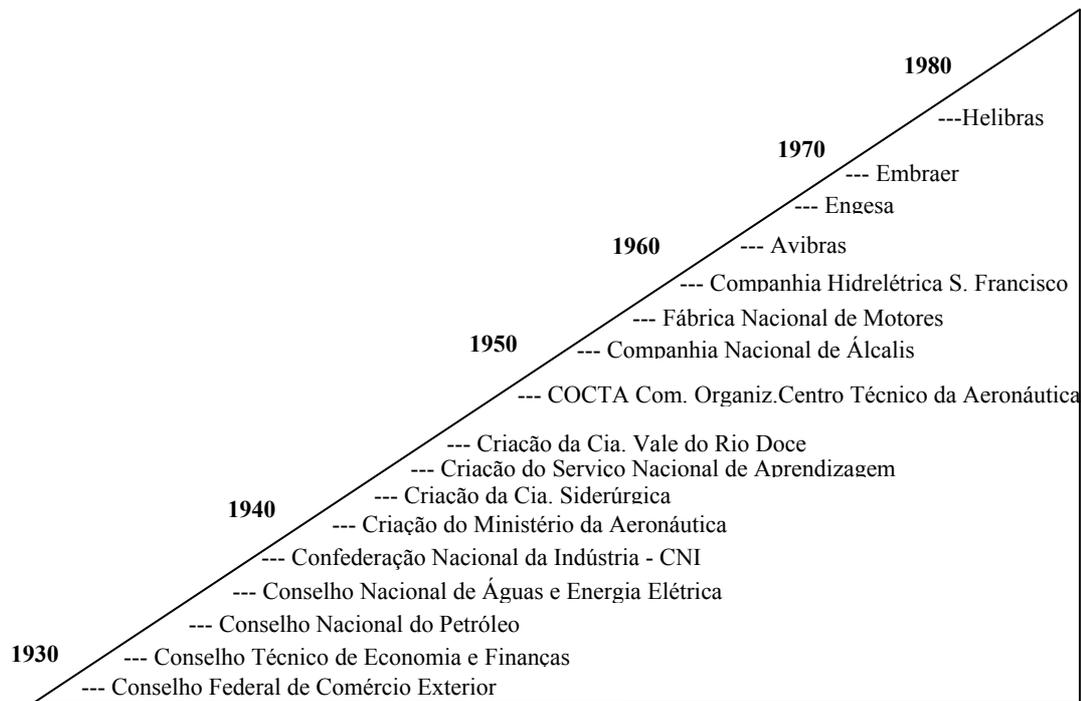


Figura 3: Criação da Infra-estrutura Industrial: Anos 30 aos 70 (ampliado de SANTOS, 2005)

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, o país conteve e reorientou a abrangência da pesquisa tecnológica, transferindo parte considerável, a responsabilidade de desenvolvimento tecnológico 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.

2. A P&D TECNOLÓGICA: 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 virtuoso das grandes aplicações tecnológicas e do alinhamento da sociedade em torno das indústrias de ponta., 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 estarem em vias de completar um centenário de existência, conforme 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 e, antes dela, Engesa e Avibras, 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, 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 exemplos 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, o país ainda tenta registrar alguns empreendimentos embora apenas parcialmente bem-sucedidos, como o Programa Nuclear Brasileiro, que, como foi fartamente noticiado pela 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, um tempo precioso e insubstituível, 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, mercê de privilégios imerecidos, descabidos ou de financiamentos e outros incentivos equivocados. Estes exemplos de insucesso, totais ou parciais, entretanto, têm que ser entendidos como etapas na curva de maturidade e também como lições aprendidas que, após absorvidas, resultem decisões mais promissoras acerca do direcionamento do desenvolvimento de produtos tecnológicos nacionais no futuro.

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 se acreditava, seria, então, um gigantesco e fértil terreno para acolher investidores

que se desejassem a aportar recursos financeiros e conhecimento. E estes investidores, claro, estariam todos ansiosos para aqui se instalarem.

Enquanto o Brasil adotava a estratégia do crescimento industrial através de capital estrangeiro, a Coréia do Sul que, à mesma época, apresentava-se superpovoada e carente de recursos naturais, provavelmente movida pelas circunstâncias restritivas, apostou no conhecimento científico-tecnológico, aproveitando-se de financiamentos relativamente fáceis do governo norte-americano que queria fazer da Coréia do Sul uma vitrine do capitalismo em contraposição à Coréia do Norte, comunista. 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, então chamados, Tigres Asiáticos, os "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 estudo de caso. Os finlandeses foram aliados da Alemanha na Segunda Guerra Mundial. Derrotados, além de perderem território tiveram que pagar pesadas reparações à União Soviética. Assim, este pequeno país gelado teve que optar por crescer ou desaparecer. Investindo pesadamente em educação, ciência e tecnologia, pode não só pagar suas indenizações como conseguir um dos maiores Índices de Desenvolvimento Humano do globo.

Em comum, tanto Coréia do Sul, Taiwan, Singapura, Hong Kong quanto Finlândia exibem a mesma receita para seu sucesso: investimentos pesados nas áreas de Tecnologia e Ciências – Ciências Naturais e Engenharia – CN&E, e Educação: 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. Nunca houve no Brasil, exceto durante o breve período do Programa Nuclear, uma política realmente agressiva de formação de pessoal superior e pós-graduado.

Verifica-se 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.

A maior parte do conhecimento tecnológico, entretanto, não está nas mãos de nações e, sim, nas mãos das empresas privadas. Assim, a globalização da economia pode fazer com que a tecnologia migre de uma nação para outra como parte das políticas privadas de investimentos de risco. Mas, nenhuma nação pode contar com isto.

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 fazer 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 infraestrutura 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 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 algo generosamente. Foram organizadas algumas centenas de programas e concedidas alguns milhares de bolsas de estudos a cada ano para estudar em universidades norte-americanas e européias.

O esforço do Brasil para reforçar sua base científica atraiu atenção internacional e chegou a ser considerado um exemplo de como um país pode sair do subdesenvolvimento, pobreza e dependência internacional para o crescimento, melhoria de padrões de vida e auto-suficiência.

2.1 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 ciência e a tecnologia modernas são produtos da cultura ocidental e não podem ser facilmente transpostas para outras sociedades e culturas. Entretanto, exemplos como Japão, Coréia do Sul, China e Taiwan mostram que esta transposição é possível e, sobretudo, compensadora. Uma comparação entre o Brasil e os países asiáticos aponta para diferenças importantes nas duas experiências e possíveis explicações para os diferentes resultados de suas políticas de ciência e tecnologia.

Os países asiáticos introduziram muitas tecnologias modernas, mas a sua contribuição para a ciência moderna nas suas universidades e instituições semelhantes, não condiz com o seu aporte tecnológico. A razão é que a maior parte dos seus investimentos em tecnologia foi feita diretamente em empresas industriais, ao invés de em universidades ou grandes centros de pesquisa e agências governamentais, incluindo o setor militar. Contrariando este proceder. o Brasil, pelo contrário e mantendo-se fiel ao “modelo ocidental”, desenvolveu a maior parte das suas capacidades científicas nas universidades, enquanto que os principais investimentos em tecnologia foram feitos em grandes centros governamentais principalmente os militares ou pertencentes a empresas estatais.

A hipótese subjacente a este modelo ocidental é 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 configuravam ilhas de excelência, a maioria (privadas e públicas) ficava para trás.

No que diz respeito à tecnologia, como na sua concepção, o projeto nacional de industrialização originalmente não contemplava o aporte de conhecimento, os grandes

programas com base militar em energia atômica, pesquisa espacial e aeronáutica 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, mas não lograram melhorar a qualidade e a competência do sistema industrial como um todo. No início década de 1980, a política de nacionalismo tecnológico e auto-suficiência praticamente restringiu o setor de informática, produzindo uma legislação altamente protecionista com o objetivo de defender as indústrias brasileiras de mini e micro-computadores da competição estrangeira e gerar um produto autóctone. Novamente, a política 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.

Existem outros aspectos encontrados nos países asiáticos e que não existem no Brasil e que ajudam a explicar os diferentes resultados dos seus esforços desenvolvimentistas: estes incluem uma ênfase na educação básica e secundária, o que gera uma força de trabalho competente e bem educada, menores níveis de desigualdade social, desta forma, reforçando o mercado interno para produtos locais, uma clara e inequívoca intenção de incluir nos seus produtos o necessário conhecimento com base nacional, num esforço sustentado na direção de uma competitividade internacional que requer altos níveis de eficiência industrial e controle da qualidade. Deve ser destacado que tais objetivos não podem ser atingidos sem se dispor de serviços públicos competentes e uma burocracia forte trabalhando em íntima associação com algumas firmas grandes e bem administradas.

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 10 a 5% delas 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 nacionais de investimentos em P&D que contemplem também a difusão das inovações resultantes. (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.

Paradoxalmente, o governo, por meio do MCT, está perfeitamente ciente do perigo da inação no que tange à política tecnologia, uma vez que, ainda, o Livro Verde (2001, p. XIX), 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)

2.1.1 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.

Os sucessos apontados em Biotecnologia significam tão somente que, neste segmento específico, o investimento no setor pode ter sido o suficiente. Entretanto, o investimento total visivelmente não o é. É o que apontam as Figuras 4.

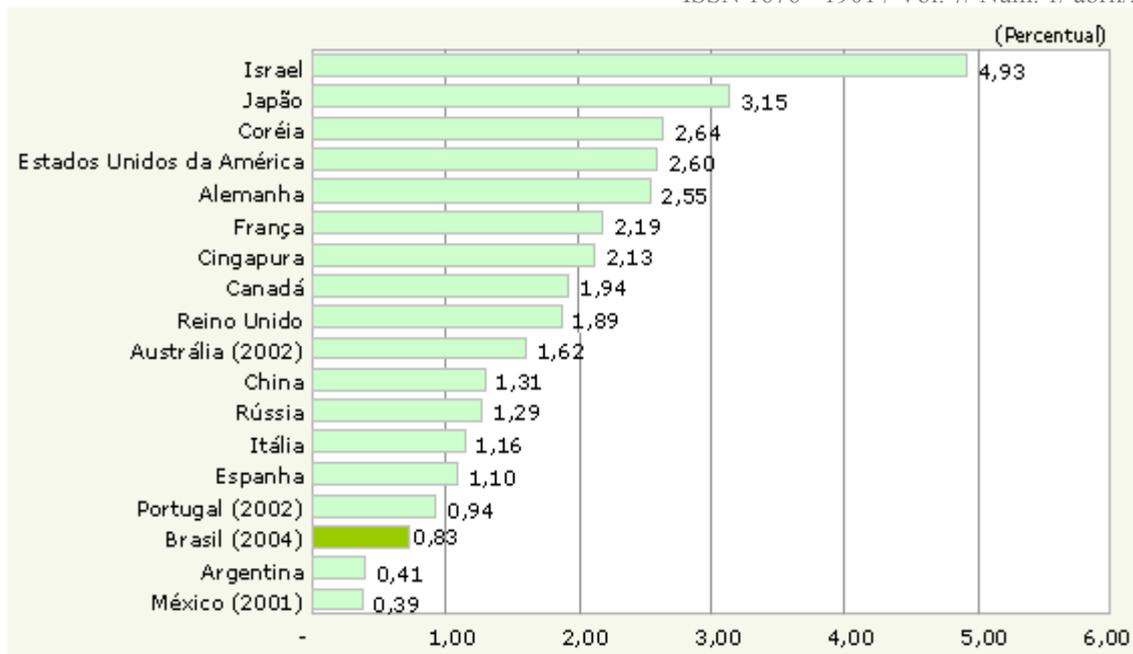


Figura 4 - Dispêndios nacionais em pesquisa e desenvolvimento (P&D), em relação ao produto interno bruto (PIB), países selecionados, 2003. (MCT, 2007; OECD, 2003)

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 membros da OECD, o Brasil aí incluído, é de 15,4%. Esse dado ilustra que a contribuição científico-tecnológica do Brasil para o cenário mundial é, estatisticamente, pouco significativa, conforme demonstra a Figura 5.

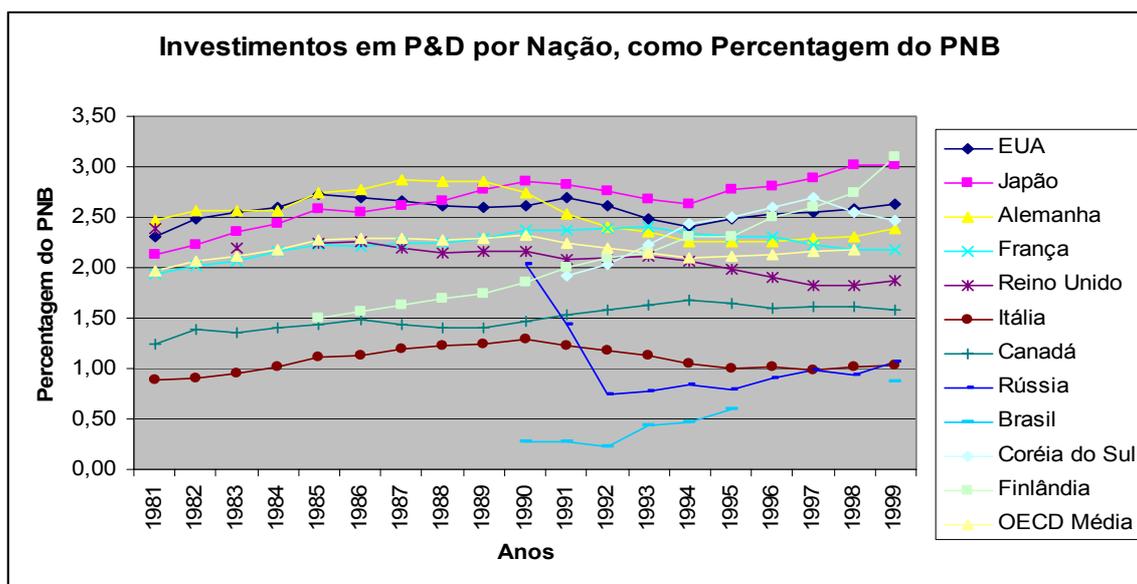


Figura 5. Investimentos em P&D por Nação, como Percentagem do PNB (“Livro Verde”, 2001).

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.

De acordo com os dados disponíveis, observa-se que as pesquisas em Biotecnologia têm tido sua relevância aumentada, com sua participação crescendo continuamente nos últimos anos, por causa da competência dos pesquisadores da área e, também, porque este segmento pode e tem conseguido mostrar resultados condizentes com o estado da arte mesmo com o baixo nível de investimentos em P&D. Isto fez com que o país desenvolvesse novas variedades de plantas mais resistentes, que conduziu experimentos com plantas modificadas geneticamente e participasse ativamente do Projeto Genoma. Por outro lado, dadas às limitações no fluxo de investimento na P&D do setor aeroespacial, ao longo do tempo, o Brasil teve que declinar da sua participação na Estação Orbital Internacional.

Investimentos não maciços, mas apenas “condizentes” na área de P&D biotecnológica em detrimento das outras áreas das Ciências Naturais e Engenharia, pode significar que se está premiando o agro-negócio, em prejuízo da indústria e dos serviços associados com outras tecnologias de ponta. Acontece que, mercê desta mesma revolução tecnológica que atingiu o campo, a demanda mundial por alimentos está atendida: - quem pode pagá-los os tem, a ponto de ter que fazer regime. Graças à crescente oferta, o valor agregado do produto do campo tem sido constantemente reduzido, diminuindo sua receita específica.

É facilmente verificável que a parcela do PNB brasileiro correspondente à agropecuária não tem acompanhado o crescimento de seus números absolutos, que têm retratado aumentos expressivos de safras e de fronteira agrícola. Demonstra-se então que, a despeito do agro-negócio ter uma importância enorme para a economia de um país das dimensões continentais do Brasil, não tem como gerar as receitas nem os empregos de que o país necessita. Assim, não contemplar as áreas de P&D dos setores tecnológicos nos quais se quer que o país atue, para que produzam os recursos e, sobretudo, os empregos que precisa, é inviabilizá-lo.

Por outro lado, pode ser forçoso 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, mercê das crises ou dos equívocos na condução de sua política de crescimento econômico, é a décima-segunda economia do mundo, já tendo sido a oitava, há muito pouco tempo, está colocado em 18º lugar de 24 entre os *Scientifically Proficient Countries*.

Como uma nota adicional, deve-se falar sobre a maneira pela qual o Brasil está estimando os resultados de investimentos em Ciência e Tecnologia. Avaliar a qualidade e quantidade do trabalho científico pelo número de *papers* produzidos, publicados e referenciados é insuficiente, uma vez que transforma os professores, os cientistas ou os pesquisadores em produtores de *papers*. É imprescindível empregar índices mais elaborados, como aquele desenvolvido pela Organização RAND.

É fácil notar que um "produtor profissional de *papers*", o que seria natural, pois será este o critério segundo o qual será julgado, por meio de adequadas alianças ou por uma divisão do trabalho entre seus orientados, posto que professores os têm, mas não necessariamente os cientistas e os pesquisadores, e com outros grupos de pesquisadores co-autores, conseguirão produzir anualmente dezenas de trabalhos, referenciando-os mutuamente, sem que haja

correspondente relevância científica ou tecnológica ou, mesmo, comercial, resultando em inovações viáveis, o que, via de regra, só poderão ser estimadas décadas à frente.

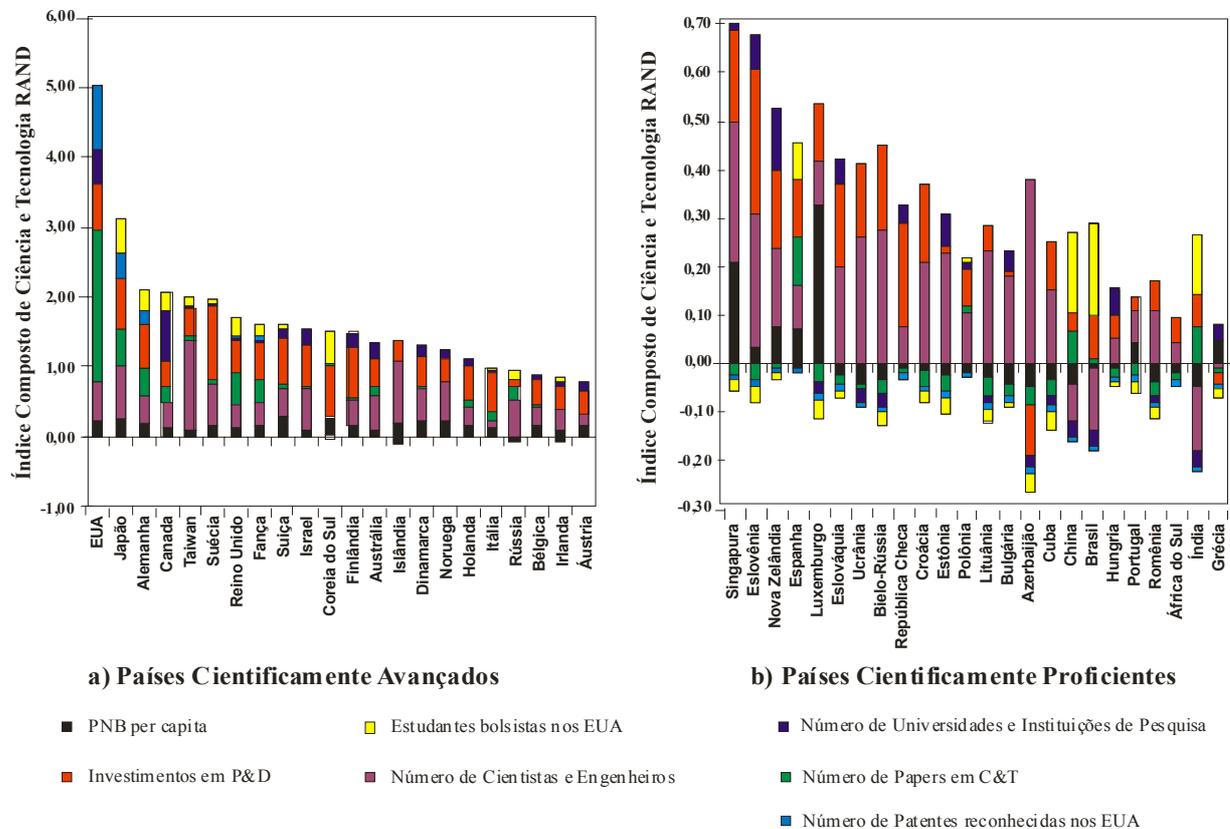


Figura 6. Países Cientificamente Avançados e Proficientes: Índice de C&T RAND (WAGNER *et al.*, 2001)

Situação análoga acontece com os pedidos de patentes como indicador da qualidade e da quantidade do trabalho de P&D tecnológica. É possível requerer patentes de quantidades de irrelevâncias.

Trabalhos de qualidade são importantes, pedidos de patentes também são importantes, mas a correta avaliação do trabalho de P&D tecnológica só pode ser feita propriamente pelo seu resultado econômico. Ou seja, pelo aumento do conteúdo tecnológico dos produtos e, em especial, das exportações deste país ou região. Deve-se assinalar que o critério de avaliação, segundo o número de *papers* e patentes é a forma empregada pela OECD para a mensuração da produção científica.

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 5º 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.

2.2 Algumas Questões de Percepção

Como o Brasil ainda não exhibe um portfólio de iniciativas de P&D que tenham culminado em sucessos tecnológicos (i.e., que tenham resultado em inovações com sucesso nos mercados) numa extensão tal que proporcione a existência de uma quantidade e qualidade de gestores em P&D com a necessária liderança profissional que legitimaria a ocupação das posições de mentores e gestores de uma Política Nacional de P&D pessoas, muitas vezes com cultura acadêmica sobre o assunto, mas sem a indispensável experiência, são chamados a liderar os planejamentos do setor, contribuindo para gerar as distorções que hoje se verificam. Um exame dos subscritores do “Livro Verde da C&T” é suficiente para confirmar esta afirmação.

Existe daí uma confusão conceitual entre Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação. A comunidade universitária é, com frequência, chamada a opinar sobre políticas tecnológicas, envolvendo inovações.

Uma inovação tecnológica não é apenas algo novo, é algo que tem valor e sucesso comercial. É algo que interage com a sociedade modificando-a e sendo modificado por ela (FEENBERG, 1991). Como, apesar das aberturas previstas na Lei Bayh-Dole e derivadas (no Brasil, a Lei da Inovação - Lei Nº. 10.973, de 2 de Dezembro de 2004), as universidades não comercializam produtos, processos ou serviços outros que não os relativos ao ensino, não são os foros adequados para discutir o assunto.

A atuação das Empresas de Transferência de Tecnologia ainda é incipiente, sem contribuição prezível para as exportações nacionais. Isto talvez possa contribuir para explicar porque o Brasil, um eficiente produtor de “*papers*”, é um tão medíocre produtor de patentes.

A figura a seguir ilustra os universos das áreas do conhecimento, destacando as abrangências da Ciência e Tecnologia e das Ciências Naturais e Engenharias, segmento que se converte em recurso nacional, uma vez que pode produzir inovações em produtos, processos e serviços que sejam comercializáveis.

- commodities agrícolas que, mercê da automação, cada vez mais geram menos empregos.
3. Não discrimina qual parte da C&T deve ser privilegiada no que tange aos investimentos para P&D – sequer discrimina os pós-graduados nas áreas de Ciências Naturais & Engenharias, que são aqueles que se convertem em recursos para políticas de domínio tecnológico, produzindo resultados e expectativas equivocadas ao divulgar as estatísticas sobre o sistema brasileiro de pós-graduações e suas vinculações com tecnologias e inovações.
 4. Mesmo se sabendo que nenhum país tenha cruzado o limiar do subdesenvolvimento para o pleno desenvolvimento com sua economia baseada na produção de commodities, o Brasil privilegia o agro-negócio e os esforços de P&D relacionados com esta atividade sem exibir um planejamento sobre de como utilizar os recursos desta atividade para estimular seu desenvolvimento, como no caso australiano, por exemplo. O país tem uma infra-estrutura em fito e biotecnologia extremamente eficiente. Mas, como suas empresas, fundações e laboratórios não estão aparelhados para uma atuação comercial global, não têm como comercializar com vantagem seus resultados, competindo com as multinacionais do setor. O Brasil também possui resultados expressivos na produção de vacinas e na engenharia inversa de medicamentos, também sem resultados expressivos para a balança comercial.
 5. No Brasil, praticamente todos os recursos para o financiamento dos reais esforços em P&D são governamentais. Como o padrão de ensino, notadamente o público, tem caído ano a ano, na realidade, não há uma oferta de mão de obra com qualidade e quantidade tais que seduzam empresas multinacionais a instalar no país seus centros de P&D. O que criam são centros destinados a p&D ou, mesmo, p&d, que desempenham atividades que vão pouco além do “troubleshooting”, da “tropicalização” de seus produtos ou da aplicação de métodos da qualidade: e.g. PDCA ou DMAIC, etc., aos seus produtos, processos e serviços. O pior é que são iniciativas de p&D ou de p&d computadas como P&D, usufruindo de benefícios freqüentemente imerecidos. Há exceções, mas não em quantidade tal que desautorize o presente discurso.
 6. O Brasil não segue um ideário como a Agenda de Lisboa, preparada pela Comunidade Européia, resultando numa estratégia de desenvolvimento e crescimento da oferta de quantidade e, sobretudo, qualidade de empregos, onde a Comunidade Européia discutiu e re-discutiu todos os pontos, menos a manutenção de um nível de

investimento de 3% em P&D tecnológica em 2010 (HERRERO & ROSE, 2004) (EUROBAROMETER, 2005). Este nível de 3% pode ser visto como uma espécie de limiar para o *take-off* tecnológico que produz o pleno desenvolvimento.

3. UMA BREVE ANÁLISE DE UM CASO

Passa-se agora a examinar A Embraer, a maior jóia da “coroa Tecnológica” nacional. Esta empresa, enquanto estatal, patrocinava importantes esforços de P&D e de aquisição de competências além de atuar em relacionamento próximo com o então Centro Tecnológico Aeroespacial – CTA. Sucedeu que, com a sua privatização, houve um enxugamento tal de seus quadros que fez a empresa não apenas perder competências como também, acabou patrocinando o aumento de competências de seu principal competidor que absorveu esta mão-de-obra tornada disponível no mercado. Entretanto, como havia um “estoque” prezível de conhecimentos na empresa como projetos e outros estudos, sua tecnologia não sofreu solução de continuidade, e pôde progredir inercialmente.

Acontece que para se lançar nos programas dos aviões de 70 a 100 assentos, estes últimos já tocando o limite inferior das líderes do mercado de jatos comerciais como a Boeing e Airbus, foi necessário empreender um esforço adicional em P&D para a empresa se manter na liderança tecnológica do segmento. Como não tinha mais uma estrutura de P&D que lhe onerava sobremaneira e como o CTA não possuía mais as condições de lhe satisfazer as necessidades tecnológicas em P&D, a solução que surgiu como a mais factível e consoante o estado da arte na gestão tecnológica foi a parcerização, a horizontalização do desenvolvimento com os fornecedores transformados em parceiros nos riscos tecnológicos, comercial e financeiro do projeto e com a Embraer atuando sistemicamente como projetista principal e integradora. Esta estratégia, entretanto, revelou-se extremamente perigosa, uma vez que rarefez a tecnologia do integrador final, distribuindo o conhecimento essencial pelos seus parceiros que, por fim, podem se tornar competidores no segmento. Com baixa densidade tecnológica, não há estratégia de gestão tecnológica que possa fazer com que a Embraer possa disputar, com igual oportunidade de sucesso, um mercado hoje ocupado pela Boeing e pela Airbus. Para agravar o quadro, o sucesso da Embraer está estimulando a China, a Rússia e o Japão a entrar no mercado dos jatos comerciais (SALLES, 2002) (GOLDSTEIN & LE BLANC, 2003). Talvez, não só por esta razão, mas, certamente, devido à sua contribuição, os controladores originais optaram por vender seus interesses na empresa.

Não houve a criação em torno da Embraer de um “cluster” aeroespacial de tal porte que pudesse realmente contribuir para o desenvolvimento de aviões como parceiros. Estes devem ser buscados fora do Brasil, pela Embraer, com os riscos inerentes. Sua maior concorrente, a canadense Bombardier, deve se aproximar da Boeing, enquanto a Embraer deve se aproximar da europeia Airbus. Para continuarem no mercado, tanto a Bombardier quanto a Embraer deverão fortalecer seus respectivos clusters locais composto por pequenas e médias empresas.

Enquanto que a Bombardier opera com grande sucesso em dois mercados: o de aviões e de trens de alta velocidade, a Embraer só opera no segmento de aviões. Neste sentido, o grau de dependência de mercado da Embraer é maior que o da canadense. Para garantir o fluxo de recursos para o estabelecimento de uma base tecnológica forte no setor, o Brasil tem que buscar meios para financiar o segmento por meio de encomendas – neste sentido, o Programa FX seria de capital importância.

Por outro lado, é importante destacar que a Embraer tem-se esforçado muito para conseguir níveis crescentes de produtividade, como se pode ver na Figura a seguir.

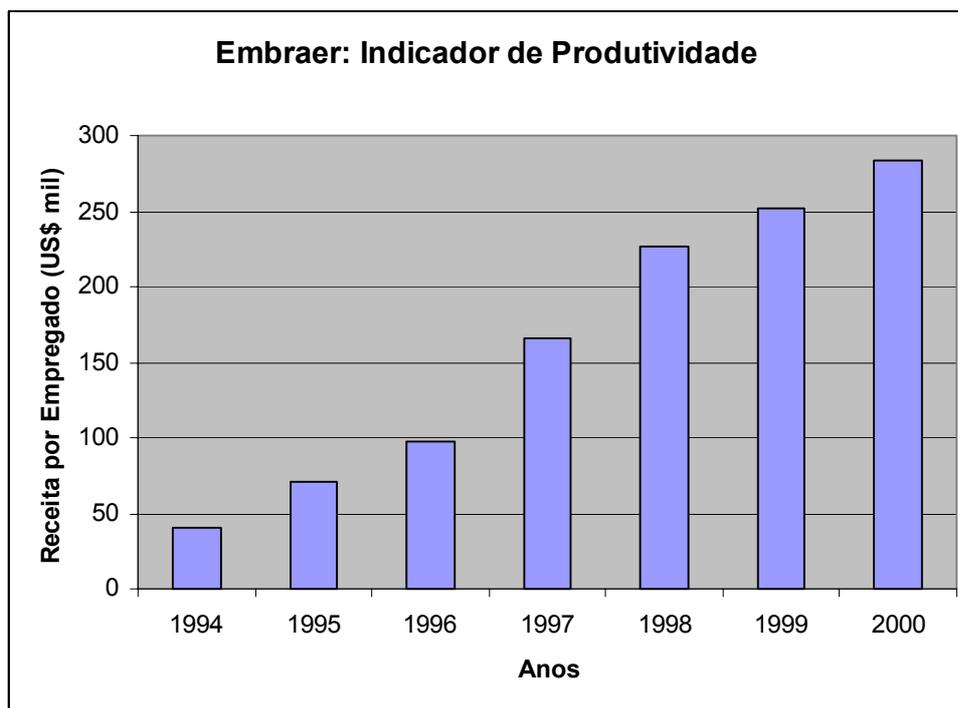


Figura 8 – Indicador de Produtividade da Embraer.

Para se ter uma melhor idéia da competição Embraer versus Bombardier, é útil se examinar o quadro a seguir.

Dados da Companhia - 2002	Bombardier	Embraer
Receita (Aeroespacial) (M US\$)	7 210	2 525
Empregados	29 500	12 230

Modelos de Jatos Regionais	CRJ 100/200/700/900	ERJ 145/135/140/170/190
Entregas Anuais	220	160
Local de Produção	Dorval, Mirabel, Quebec	São José dos Campos, Botucatu

Quadro 1 – Comparação entre a Embraer e o segmento Aeroespacial da Bombardier com Dados de 2002. (GOLDSTEIN & LE BLANC, 2003).

Botelho (2007), entretanto, reviu os dados anteriores e apresenta uma participação no mercado muito maior, sumarizada no quadro abaixo.

Participação de Mercado da Embraer	
30 a 60 assentos	47%
61 a 90 assentos	36%
91 a 120 assentos	58%
30 a 120 assentos	47%

Quadro 2 – Participação de Mercado da Embraer (BOTELHO, 2007).

Verifica-se que a Embraer é uma pujante empresa que tem apresentado uma consistente evolução tecnológica, mas que por uma conjunção de circunstâncias, pode necessitar e merecer uma operação de suporte coordenada pelo Estado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 imensas.

O setor de P&D de Defesa, no modelo ocidental de P&D, está sempre em desvantagem no que tange à avaliação de sua proficiência. Seja qual for o critério pelo qual se avalie o

trabalho de Ciência e Tecnologia, o pesquisador ou o cientista da área de P&D de defesa em países em desenvolvimento como o Brasil deve ser avaliado com mais cuidados. Pela própria essência do assunto, a tecnologia militar e o conhecimento científico sobre o qual repousa são protegidos por segredos de Estado e, como seu comércio é restrito pelas potências que detêm este conhecimento, todo este saber tem que ser reproduzido pela nação que pretender ter acesso. Um bom exemplo são os sistemas de navegação inercial. Já vão cerca de cinquenta anos desde que se desenvolveu um sistema inercial empregando girômetros sintonizados (DTGs). Reproduzi-los representa um esforço tecnológico altamente desejável, mas estes não gerariam nem *papers* de relevância internacional e nem patentes industriais, por não se tratar de novidade. A lista de casos análogos é grande e crescente.

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 US\$ 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 *U S Bureau of Census*, o que fornece um número 3,3% maior que o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, isto é 2,89% da humanidade e um PNB de US\$ 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 US\$ 78,02 bilhões em 2005, para um comércio mundial estimado em cerca de US\$ 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 (MRE, 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. O país investiu em 2005 1,37% do PIB em C&T, o que resulta um valor bruto de US\$ 11,289 bilhões na área (MCT - Indicadores Brasil 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, considerando que este percentual inclui o pagamento das aposentadorias dos funcionários inativos da área de C&T, indevidamente computado como investimento em P&D. Este tratamento às verbas do setor claramente distorce as estatísticas oficiais a respeito.

Na área de C&T, além de investir pouco, o Brasil o faz equivocadamente, opina Brito Cruz (1997). Uma simples análise comparativa entre a produção científica feita pelo Brasil e a pela Coréia, fica evidente que a produção científica brasileira nas duas últimas décadas do Séc.

XX, segundo o critério da OECD, ou seja, pela quantidade de *papers*, era semelhante à da Coreia. Se tomada por referência a inovação tecnológica entre as mesmas nações, avaliada pela quantidade de patentes e pela quantidade de bens de alta tecnologia inseridos na pauta de exportações, o resultado da comparação é notadamente dispar, conforme pode ser avaliado na Figura 9.

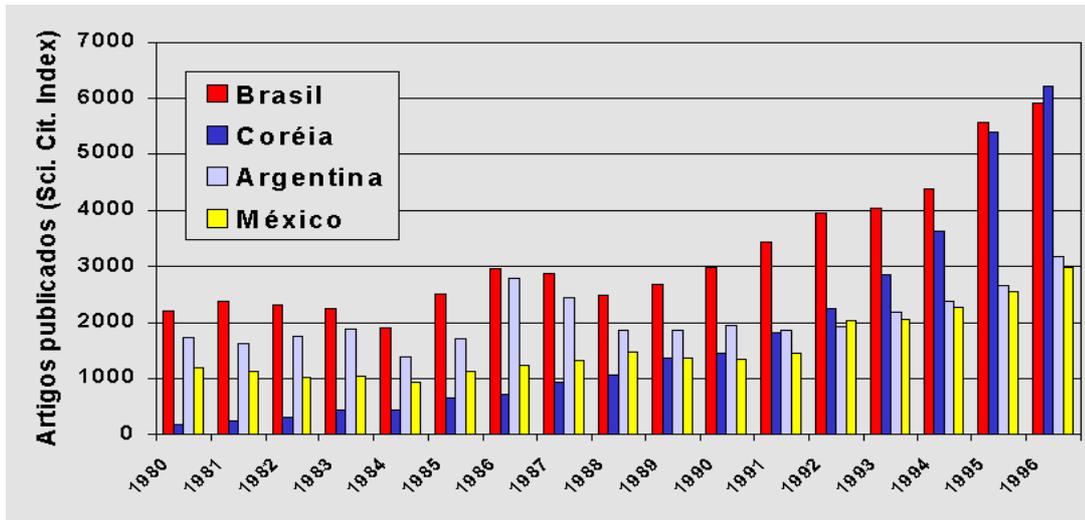


Fig. 9. Ciência Produzida Comparada: Artigos Brasil e Coréia. (BRITO CRUZ, 1997)

Enquanto isso, examinando-se a evolução da estrutura da pauta de exportações brasileira mostrada na Figura 10, comparando-a com a média mundial exibida na Figura 10, 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.

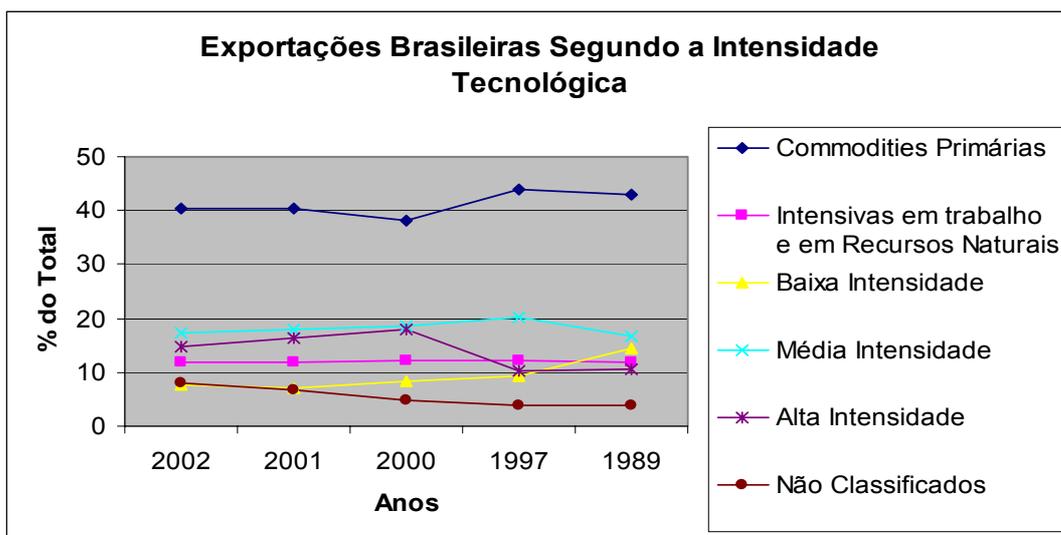


Figura 10 – Exportações Brasileiras segundo a Intensidade Tecnológica (COUTINHO, 2003)

Segundo Jank (2002, p. A2), a pauta de exportações brasileira tem esta composição por que:

O país tem sido eficiente na produção e exportação desses produtos, que resistiram à abertura unilateral da economia, às inconstâncias do Mercosul, à desregulamentação do mercado e a todos os viéses antiexportação que dominaram os anos 90.

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. (JANK, 2002, p. A2)

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.

O fato é que 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 na 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, que investe pouco e mal em C&T, tem que 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 ou banal.

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, acima de tudo, 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

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. Acesso em: 27 de 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 acesso em 01 de março de 2006,

BILLI, M. **“Ciência avança no país, mas não gera riqueza”** – SEBRAE – Artigos para MPE’S 2003 – disponível em: http://www.sebrae-sc.com.br/newart/mostrar_matéria.asp. Acesso em Março, 1, 2006.

BOTELHO, M. – **“Apresentação dos Resultados 2006”** – EMBRAER – São Paulo, 23 de Março de 2007.

BRITO CRUZ, C.H. – **“O Financiamento da Pesquisa no Mundo e no Brasil”** – Unicamp 1997 disponível em <http://www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos>. Acesso em Março, 1, 2006.

CÂMARA, G. **Programa Especial: C&T e Desenvolvimento Industrial**. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.dpipe.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 indústria brasileira**. 4ª ed. Campinas, SP: Papyrus, 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

EUROBAROMETER – “**Lisbon**” – Special Eurobarometer 215/Wave 62.1 – *TNS Opinion & Social*, European Commission, Fevereiro de 2005

FEENBERG, A. – “**Critical Theory of Technology**” –ISBN 0-19-506855-6. Oxford University Press, 1991.

FERNANDES, A M. - “**A construção da ciência no Brasil e a SBPC**”. Brasília: UNB: ANPOCS: CNPq, 1990.

GOLDSTEIN, G. & LE BLANC, G. – “**Hi Tech Clusters in the North and in the South: a Comparison between Montreal and São José dos Campos**” – Clusters, Industrial Districts and Firms: The Challenge of Globalization – Modena, Itália, 13/09/2003.

HERRERO, L. G. & ROSE, T. – “**An Introduction to Lisbon Agenda**” – EPHA Briefing for Members – Setembro de 2004; disponível em <http://basicmed.sysu.edu.cn/uploadfile/2005121217420417.doc>, acesso em 13 de Abril de 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica - 2000**. Disponível em www2.ibge.gov.br/pub/Estimativas_Projecoes_Populacao/Estimativas_1980_2010/Estimativas_e_taxas_1980_2010.zip. Acesso em Abr. 13, 2004.

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/ Acesso em: 09 set. 2004.

MCT, Ministério da Ciência e Tecnologia; CNDCT, 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, 28, 2007.

_____. **Livro Verde. O Debate Necessário: Ciência Tecnologia Inovação – Desafios para a Sociedade Brasileira**. MCT & ABC: 2001. Disponível em http://mct.gov.br/Livro_Verde/. Acesso em Março, 28, 2007.

_____. **Livro Branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. MCT, 2002. Disponível em http://www.cgee.org.br/arquivos/livro_branco/_cti.pdf. Acesso em Março, 28, 2007.

_____. **Recursos Alocados em C&T - Indicadores Brasil – 2006**. Disponível em <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp>. Acesso em Março, 28, 2007.

_____. **The World Development Indicators**. Coordenação-Geral de Indicadores - ASCAV/SEXEC. Disponível em www.mct.gov.br/estat/ascavpp. Acesso em Março, 28, 2007.

MRE. Ministério das Relações Exteriores. **Dados Macroeconômicos – 2006**. Disponível em <http://www.dc.mre.gov.br/brasil/page17.asp>, acesso em 1º de Março de 2006.

OECD. **Organisation for Economic Co-operation and Development**. Main Science and Technology Indicators. November 2003.

SALLES, A.P. – “**As Opções Reais como um Instrumento para o Planejamento Adaptativo: O Caso Embraer**” – Dissertação de Mestrado, Depto de Economia – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, Isabel Cristina dos, AMATO NETO, J. **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. Acesso em 03 de Março, 2007.

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/>. Acesso em Março, 28, 2007.

YOKOTA, S. – “**A Fabrica do Futuro e o Caso Embraer**” - EMBRAER, 2000, disponível em: http://www.numa.org.br/download/Livro_F%20E1brica%20do%20Futuro/apres_pdf/embraer_Fabr%20Futuro-V07%20-1.pdf, acesso em 13 de Abril de 2007.

Artigo recebido em 03/2006 e aceito para publicação em 04/2007