

The background features a perspective grid of squares that recedes into the distance. A bright, circular light source is positioned in the upper left, creating a lens flare effect with diagonal rays of light across the entire scene. The overall color palette is monochromatic, consisting of various shades of gray.

# **CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

## **DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**



The background image is a photograph of an aircraft manufacturing plant. Several fuselages of aircraft are visible in various stages of assembly. The lighting is warm, and the scene is filled with industrial equipment and structural elements of the factory.

# CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Muito mais do que no passado, conhecimento e inovação têm, hoje, papel estratégico e insubstituível no processo de desenvolvimento econômico. A conhecida tríade de fatores de produção – capital, trabalho e recursos naturais – já não é suficiente, por si só, para assegurar o progresso das nações. A estes fatores de produção deve-se agregar o conhecimento – a capacidade de utilizá-lo de forma criativa e produtiva –, sem o qual o capital envelhece, os recursos naturais não



podem ser explorados de forma sustentável e competitiva, e a produtividade do trabalho – em constante evolução nos países de economias dinâmicas – cai em termos relativos. Mas não é suficiente acumular conhecimento. É necessário, além disso, dispor de capacidade para inovar, ou seja, para aplicar o conhecimento na solução de problemas concretos enfrentados pela sociedade, para gerar novos produtos e processos; criar e aproveitar oportunidades de ganhos privados e sociais; produzir e distribuir riqueza; gerar bem-estar.

Assim como o conhecimento vem assumindo o papel de fator de produção essencial para o progresso social e econômico das sociedades contemporâneas, a capacidade para inovar é, sem dúvida, um dos fatores mais relevantes na determinação da competitividade das empresas e da economia em geral. Gerar conhecimento e reforçar a capacidade de inovação da economia brasileira constitui, sem dúvida, um requisito chave para transformar, de forma efetiva, o Brasil real, com todos os problemas conhecidos, no país que todos almejam.

A percepção de que o conhecimento é o elemento central de uma nova estrutura econômica que está surgindo, de que a aprendizagem é seu mais importante processo e de que a inovação é o principal veículo de transformação do conhecimento em valor permite que países desenvolvidos e um grupo de países em desenvolvimento adotem iniciativas para colocar Ciência, Tecnologia e Inovação no centro da agenda política e econômica.

No Brasil, entretanto, a percepção de que CT&I têm valor econômico é ainda praticamente restrita às comunidades acadêmica e tecnológica, aos órgãos governamentais do setor e à pequena parte do empre-

*“Os países que lideram o desenvolvimento mundial cresceram com base em capitais nacionais. Uma estratégia para C&T, voltada para os dez próximos anos, deve ajudar a criar um ambiente que fortaleça a iniciativa privada nacional. Isto implica o desafio de adequada articulação da política de C&T com as demais políticas macroeconômicas do País.”*

*Paulo G. Cunha,  
Grupo ULTRA*

*“Cresce a importância estratégica da inovação; se esta se desacelera, haverá redução progressiva da produtividade e do ritmo de crescimento. O País há dois obstáculos adicionais: o alto peso das restrições externas e a desnacionalização de parte do patrimônio empresarial. São funções prioritárias do Estado, portanto, “operar setorialmente”, complementando estímulos das políticas horizontais; e gerar incentivos para pesquisas de interesse social, as quais o mercado dificilmente privilegiará.”*

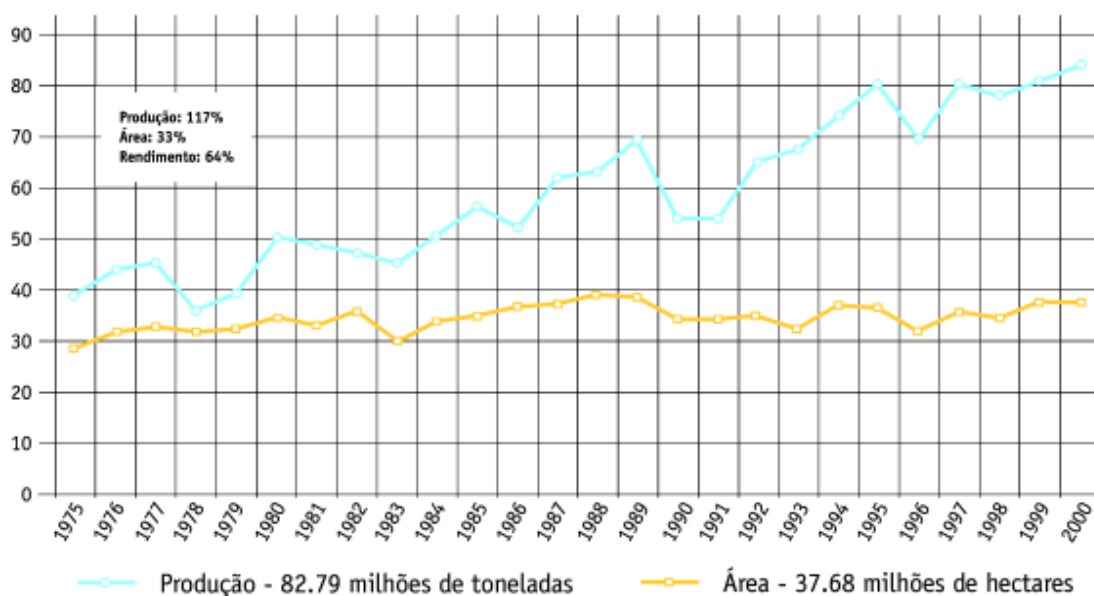
*Celso Pinto,  
Jornal O Valor*

sariado. As transformações e eventos verificados nos últimos anos diretamente relacionados à CT&I e, particularmente, a criação dos fundos setoriais, o êxito do Projeto Genoma, o reconhecimento internacional da Embraer, entre outros, não apenas chamam a atenção do setor privado para a importância dos investimentos em CT&I, mas também permitem antever, pela primeira vez, que CT&I poderão ter papel de relevo no conjunto das políticas públicas. Apesar de sua recente intensificação, os esforços até agora realizados ainda não foram suficientes para que a geração do conhecimento e a inovação tecnológica entrassem em definitivo na agenda do País.

É, todavia, inegável a ampliação da percepção de que CT&I têm valor econômico e facilitam o reconhecimento, pela sociedade, de que os investimentos

feitos nessa área trazem importante retorno, na forma de empregos qualificados e mais bem remunerados, geração de divisas e melhoria da qualidade de vida. Não faltam exemplos, e não é demais repetir alguns deles: a Embrapa, cujas pesquisas viabilizaram a ocupação econômica competitiva do cerrado, transformando o Brasil em grande produtor de grãos e carnes (Gráfico 1); a Petrobras, que extrai petróleo do fundo do mar utilizando tecnologia gerada no País; a Fiocruz, cujas vacinas foram determinantes para a melhoria do quadro epidemiológico brasileiro; a cooperação Brasil-China, responsável pelo lançamento e operação do satélite de monitoramento dos recursos terrestres de ambos países. O desafio para os próximos anos reside em incorporar de modo significativo a contribuição da iniciativa privada ao processo de inovação e ampliar os exemplos como esses, de modo a transformar a inovação em dinamismo.

**Gráfico 1: Evolução da Área e Produção de Grãos (Arroz, Feijão, Milho, Soja e Trigo)**



Fonte: Embrapa.

*As pesquisas realizadas pela Embrapa foram diretamente responsáveis pela ampliação da fronteira agrícola do País, com a transformação dos cerrados, até há poucas décadas considerados de baixa aptidão para a agricultura, em uma das principais zonas produtoras de grão do mundo.*

de toda a economia, e não apenas de alguns nichos especiais.

A despeito da ênfase dada, na questão da inovação, às novas tecnologias da informação e da comunicação ou, em geral, ao chamado setor de alta tecnologia, a agricultura e os negócios dela derivados ainda geram cerca de 25% do PIB brasileiro e estão na base de um dos mais graves problemas do País: a questão fundiária. Tratar, portanto, de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento econômico significa, obrigatoriamente, tratar da agricultura brasileira. Tanto da grande agricultura, que requer alta tecnologia e grandes investimentos de capital, quanto da pequena agricultura, que só sobreviverá economicamente se tiver expressiva adição de conteúdo tecnológico. Este desafio, se corretamente enfrentado, representa oportunidade de ascensão educacional, econômica e social para milhões de brasileiros. Assim sendo, este capítulo, após exame centrado principalmente em questões industriais, encerra-se com foco no debate sobre a inovação na agricultura.







## C&T E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO

---

Ciência, Tecnologia e Inovação podem contribuir substancialmente para o desenvolvimento econômico, entendida esta expressão como o crescimento sustentável da renda *per capita* e do emprego, associado à melhoria da distribuição da renda pessoal e regional e à conservação do meio ambiente.

Os problemas decorrentes do espaço geográfico, das características da população e do perfil do parque produtivo brasileiro, entre outros fatores, exigem respostas que só o esforço nacional pode dar, o que indica a necessidade de que CT&I sejam o componente central de uma reformulação das políticas econômica e industrial. No médio e longo prazos, como tem sido nossa experiência, iniciativas em CT&I são cruciais para a criação de novas oportunidades de desenvolvimento e para a superação de obstáculos estruturais ao crescimento.

As inovações são o principal determinante do aumento da produtividade e da geração de oportunidades de investimento. A inovação compreende a introdução e a exploração de novos produtos, processos, insumos, mercados e formas de organização. Uma característica central da inovação tecnológica nas economias industrializadas é a crescente incorporação do conhecimento científico, cada vez mais complexo, aos processos mais simples de geração de riqueza. Embora o foco de promoção da inovação seja a inovação tecnológica (de produto e/ou pro-



cesso), não se deve subestimar a importância da inovação organizacional para o aumento da produtividade e para a constituição de ambiente adequado ao processo de inovação.

Nos países industrializados, tem crescido a preocupação com o papel da inovação tecnológica para o desempenho econômico dos serviços. No conjunto dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os serviços são responsáveis por 70% do PIB (57% no Brasil). Portanto, o crescimento e a inovação no setor de serviços são progressivamente importantes para o desenvolvimento econômico. Em países de renda intermediária, como o Brasil, é maior a participação dos segmentos menos inovadores dos serviços. São setores que se caracterizam por baixa utilização de novas tecnologias, emprego de força de trabalho pouco qualificada, com remuneração média inferior à da indústria. Esta situação implica a existência de oportunidades de ganhos de produtividade substanciais por meio da difusão tecnológica.

Apenas para ilustrar as possibilidades nesse campo, bastaria mencionar que a indústria de maior crescimento relativo no mundo é a de entretenimento, liderada pelo turismo. O turismo, associado à exploração racional de espaços ambientalmente saudáveis e ao contato com a diversidade da vida animal e vegetal, está crescendo, e o Brasil é um dos poucos países capazes de fornecer um leque de opções. No entanto, ainda está incipiente entre nós essa tecnologia de serviços, potencialmente agregadora de valor e absorvedora de recursos humanos qualificados.

A inovação resulta de processo de aprendizagem no qual as empresas interagem com seus clientes, fornecedores e organizações produtoras de conhecimento, como as universidades, institutos tecnológicos e sistemas de treinamento. Nos sistemas nacionais de inovação, a interação desses atores forma o contexto em que ocorre a produção de conhecimento e inovação. As relações entre estes atores seguem padrões setoriais, que, por sua vez, são condicionados pelo contexto institucional nacional e regional. Estes padrões são diferentes entre si e refletem a multiplicidade de interações entre o mercado, a empresa e instituições externas de pesquisa (e também entre diversas funções internas da empresa).<sup>1</sup>

O foco na organização para a aprendizagem tem levado a mudanças substanciais na organização interna e nas relações entre as empresas. Estruturas hierárquicas muito verticalizadas e rigidamente departamentalizadas tendem a dar lugar a arranjos organizacionais que privilegiam a comunicação horizontal e a combinação multifuncional de competências. Mesmo em nações com estruturas produtivas heterogêneas, como o Brasil, é significativa a difusão de práticas de trabalho em grupo. A necessidade de engajamento do conjunto das funções da empresa e da sua força de trabalho no processo de inovação é um dos fatores que conduzem à elevação dos requisitos de escolaridade mínima para a contratação de trabalhadores, tanto nos países mais industrializados, quanto nos países de renda intermediária. Neste contexto, é relevante o papel da escola, dos sistemas de formação profissional e das políticas educacionais.

---

1. Este enfoque substituiu a visão linear do processo de inovação, segundo a qual os resultados científicos seriam sempre o primeiro passo no processo de invenção tecnológica, à qual se seguiria a introdução de inovações no mercado.



A necessidade de aprendizagem permanente, no plano individual e das organizações, implica mudança no conceito de educação e formação profissional, e estas ganham contornos de atividade permanente (educação contínua). Nos países da OCDE, a soma dos gastos públicos em educação, dos dispêndios em P&D e do investimento em *software* tem crescido significativamente. Mais da metade desses investimentos se destina à educação. A força de trabalho desses países tem ampliado seu grau de escolaridade de maneira significativa. No intervalo de uma geração, a parcela da população total da OCDE com nível de educação superior cresceu de 22% para 41%.

A natureza interativa da aprendizagem e as facilidades de codificação e comunicação proporcionadas pela difusão das Tecnologias da Informação (TI) também têm transformado as relações entre as empresas e dessas com as instituições de pesquisa. Vem cres-

cendo, no âmbito internacional, a participação de redes de instituições e de empresas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, como revelam as informações patentárias.

Apesar dessas facilidades, ainda não é automática a efetiva constituição de relações de colaboração tecnológica entre empresas. Nos países em desenvolvimento, a questão da coordenação das relações dos fornecedores locais com clientes globais pode requerer algum nível de intervenção e regulação, caso se deseje maximizar a transferência de tecnologia e a aprendizagem nacional.

Um aspecto central do esforço dos países para ampliar sua capacidade de inovar consistiu no crescimento da parcela de dispêndios do setor privado, no total do dispêndio nacional (Tabela 1) em pesquisa e desenvolvimento. Sobressaem os casos do Japão,

**Tabela 1: Porcentagem do Dispêndio Nacional em P&D Financiada pelas Empresas. Brasil: 1999 e Países da OCDE Selecionados: 1993/1998**

Países	1993	1995	1997	1998
Alemanha	61,5	61,1	61,4	61,7
<b>Brasil</b>	...	...	...	<b>35,7*</b>
Canadá	43,3	46,5	48,3	48,7
Coréia do Sul	...	76,3	72,5	...
Espanha	41,0	44,5	44,7	49,8
Estados Unidos	58,3	60,4	64,3	66,7
França	47,0	48,3	50,3	...
Holanda	44,1	46,0	45,6	...
Irlanda	62,3	68,5	69,4	...
Itália	44,3	41,7	43,3	43,9
Japão	68,2	67,1	74,0	72,6
México	14,3	17,6	16,9	...
Portugal	...	19,5	21,2	...
Reino Unido	51,5	48,0	49,6	47,3
União Européia	52,5	52,5	53,9	...

Fonte: OECD. *Main Science and Technology Indicators*, n. 1, 2000. Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT.

\* Refere-se a 1999.

Coréia e Irlanda, em que os gastos privados são responsáveis por 70% dos dispêndios nacionais em P&D. No outro extremo, estão países como o México e Portugal, em que o governo é responsável por 70% desse dispêndio.

O progresso das nações da OCDE constitui um desafio para países em desenvolvimento, como o Brasil. No terreno da competição baseada na capacidade de inovação tecnológica, a fronteira estabelecida pelos líderes se move cada vez mais depressa. Para o Brasil, não se trata apenas de ampliar seu esforço em CT&I, ou de fazê-lo de forma a permitir que as empresas ampliem substancialmente sua participação nesse esforço. O desenvolvimento futuro vai depender também da capacidade do País para reduzir o fosso que o separa da fronteira tecnológica mundial.



## A NECESSIDADE DE INCREMENTAR A INOVAÇÃO E O ESFORÇO TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS

---

A industrialização brasileira caracterizou-se pela substituição de importações, política cuja tônica recaiu na importação de tecnologias embutidas nas plantas industriais, nos equipamentos e nos sistemas de controle de produção. Ocorreu também a importação de tecnologia não embutida, com procedimentos controlados pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), por meio dos contratos de transferência de tecnologia, que visavam disciplinar o acesso a tecnologias, principalmente se havia alguma possibilidade para o seu desenvolvimento no Brasil. Esta estratégia era coerente com o modelo geral, pois a utilização do poder de compra das empresas estatais de certa forma estimulou a geração de capacidade de oferta interna de tecnologia.

Esse modelo prescindiu, em grande medida, da capacidade interna de geração do conhecimento. O pequeno esforço empreendido pelas empresas no sentido de absorver, dominar e aperfeiçoar as tecnologias importadas refletiu-se no fato de que o setor produtivo demandou pouco envolvimento das universidades e institutos de pesquisa na produção de novas tecnologias. Esse distanciamento perdura até hoje, embora progressivamente se acumulem casos de êxito na relação universidade – centros de P&D – empresas. Rompê-lo constitui, sem dúvida, um dos grandes desafios da atualidade, especialmente se levarmos em conta que, ao mesmo tempo, é necessário promover a consolidação da pesquisa básica. Trata-

*“Como o Estado poderá ser eficiente e eficaz, catalisando o desenvolvimento da C&T no futuro? O País “não poderá ser bom em tudo” e ganha relevância a tarefa de “focalizar” aquelas cadeias tecnológicas nas quais possa se especializar. Consciente de que uma estratégia empresarial decisiva, no mundo moderno, é um conveniente “controle” da incorporação e da difusão das inovações. Nas relações externas, este controle deve estar finamente associado ao comércio.”*

*Isaias de Carvalho Macedo,  
Unicamp*



se de tarefa complexa, que exige a reorientação das próprias prioridades e estratégias historicamente adotadas pela política científica e tecnológica – voltada, fundamentalmente, até muito pouco tempo, para o meio acadêmico –, para incluir as empresas, públicas e/ou privadas, como agentes e beneficiários das ações do setor público na área de CT&I. Requer também a reorientação da política econômica, em particular o reforço das políticas setoriais – industrial, agropecuária, de comércio exterior e tecnológica – e dos mecanismos de planejamento das ações do setor público e de coordenação interinstitucional em todos os níveis do governo e entre este e a sociedade.

O modelo de substituição de importações já necessitava de revisões em profundidade, em parte devido a seu próprio êxito, em parte devido às transformações ocorridas na economia internacional, quando se deu a abertura econômica do início da década de noventa. Ela marcou o fim da experiência de industrialização protegida, que, independentemente da avaliação que dela se faça, foi responsável pela transformação rápida e exitosa – pelo menos do ponto de vista econômico – de um país rural e agrícola em uma nação urbana e industrial. Desde então, a função de P&D privada concentrou-se em um grupo seleto de empresas de grande porte e de pequenas e médias empresas de base tecnológica, complementada por dispêndios associados a programas governamentais. Os investimentos e programas que mantiveram sua continuidade na última década apresentaram resultados importantes. Sobressaem as pesquisas agrícolas, em especial a da soja, e conquistas na área da biologia, como vacinas, além das tecnologias de materiais e prospecção do petróleo, entre outras.

Cabe observar que, em áreas críticas para o desenvolvimento científico-tecnológico – como nos campos da biologia, química fina, novos materiais, microeletrônica, mecânica de precisão –, as tecnologias ainda não estão disponíveis para transferência, havendo de se estimular a capacidade de desenvolvimento endógeno, mediante, inclusive, a estratégia de parcerias com centros de excelência no exterior, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento conjunto de tecnologias selecionadas.

Outro ponto a ressaltar é a importância ainda limitada dada às atividades de P&D, como fator crítico para a competitividade empresarial. Na maioria dos casos, as estratégias empresariais de ampliação da competitividade se restringem às melhorias incrementais do produto e do processo produtivo.

As empresas brasileiras apresentam elevado grau de heterogeneidade em relação ao seu desempenho inovador, embora se registre avanço importante neste campo. Para o conjunto das empresas industriais paulistas, a taxa de inovação<sup>2</sup> de 25% – ou seja, a indicação de que um quarto de todas as empresas industriais paulistas introduziram alguma inovação de produto ou processo – não se distancia das taxas dos países que apresentam estrutura produtiva com nível de desenvolvimento e complexidade tecnológica semelhantes ao do estado de São Paulo, como Espanha (29,5%) e Austrália (26%). Entretanto, quando a referida taxa é confrontada com a de países de industrialização madura e mais avançada, como França (41%) e Alemanha (53%), evidencia-se uma distância substancial entre os níveis de desempenho inovador das empresas industriais (Tabela 2 e Quadro1).

---

2 A taxa de inovação mede a participação de empresas que realizam inovação no total das empresas.

**Tabela 2: Taxa de Inovação das Empresas Industriais, segundo tamanho de empresa. Estado de São Paulo: 1994 - 1996**

Tamanho de Empresa (Faixas de Pessoal Ocupado)	Empresas Inovadoras	
	% do número de empresas	% do valor adicionado
Até 99	21,7	33,0
100 a 249	51,6	56,6
250 a 499	59,5	61,7
500 e mais	69,7	82,4
<b>Total</b>	<b>24,7</b>	<b>68,0</b>

Fonte: Fundação Seade: Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP); Seape, 1996.

As diferenças nas taxas de inovação refletem sobretudo a capacidade de absorção de novas tecnologias, uma vez que o conceito de inovação, tal como aqui utilizado, refere-se à adoção (e não necessariamente à geração) de novas tecnologias de produto e/ou processo. Neste sentido, pode-se dizer que houve considerável taxa de adoção de inovações na economia paulista. Mesmo não dispondo de informações tão precisas para outros estados, é razoável sustentar a hipótese de que esse movimento, mesmo que com menor intensidade, foi mais amplo, em termos geográficos, especialmente em estados como Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cujas economias vêm registrando notável expansão das atividades industriais. Esta tendência é compatível com o período de crescimento e de retomada de investimento que caracterizaram os primeiros anos do Plano Real, fase em que a indústria assistiu a intenso movimento de introdução de produtos e processos novos. O relativamente fraco desempenho inovador das pequenas empresas reflete, além das dificuldades por elas encontradas no desenvolvimento próprio de produtos, a baixa taxa de difusão de novas tecnologias.

As taxas de inovação apresentam grande heterogeneidade regional, quando considerada a indústria bra-

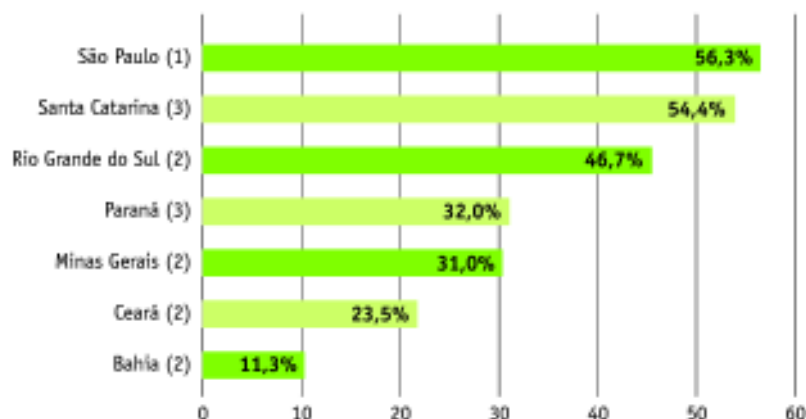
sileira como um todo. Pesquisas aplicadas em diferentes estados brasileiros revelam que, no período de 1994 a 1999, a taxa média de inovação das empresas industriais brasileiras com 100 ou mais empregados foi de 46%; revelam também pronunciada disparidade da taxa de inovação por estado (Gráfico 2). A situação encontrada na economia paulista, por exemplo, com taxa de inovação de cerca de 56% para empresas de médio e grande porte, não se reproduz nos demais estados brasileiros.

### **Quadro 1** **A Elaboração de Indicadores de Inovação no Brasil**

Um avanço importante na elaboração de indicadores de inovação e da atividade tecnológica das empresas ocorreu na década de noventa, com o desenvolvimento de metodologia para pesquisas de inovação (Manual de Oslo, OCDE, 1997). No Brasil, a experiência com pesquisas de inovação se iniciou com a realização da PAEP/Seade (Pesquisa da Atividade Econômica Paulista). Trata-se de pesquisa aplicada na indústria de transformação paulista, com referência ao período 1994/96, que cobriu cerca de 10.000 empresas com cinco e mais empregados. Apesar da variação das características estatísticas das pesquisas de inovação, elas permitem situar o desempenho inovador das empresas de diferentes países.

O principal indicador de desempenho inovador das empresas é a taxa de inovação, que indica a participação percentual das empresas inovadoras, ou seja, das empresas que introduziram produtos e/ou processos novos ou substancialmente modificados, num setor, numa região ou na economia.

**Gráfico 2: Taxa de Inovação da Indústria de Transformação em Estados Selecionados**



\*Participação percentual do número de empresas industriais com 100 e mais empregados, com sede no estado, que realizaram inovação de produto e/ou processo sobre o total de empresas industriais com as mesmas características.  
 (1) Refere-se ao período de 1994 a 1996. (2) Refere-se ao período de 1994 a 1998. (3) Refere-se ao período de 1994 a 1999.  
 Fonte: Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP), Seade, 1996 e Pesquisa da Atividade Econômica Regional (PAER), Seade.

A despeito dessa heterogeneidade, o desempenho inovador das empresas brasileiras na segunda metade dos anos noventa pode ser considerado razoável. No caso das grandes empresas industriais do Sul e do Sudeste, a maioria tem atualizado produtos e processos. No entanto, deve-se esclarecer que a atualização de produtos e processos não resultou primordialmente de investimentos diretos em P&D e de processos de aprendizagem e formação de competências internas. Na verdade, as empresas têm-se utilizado de forma intensa da transferência de tecnologia importada para viabilizar com agilidade o processo de inovação. Esta estratégia poderia ser potencializada, caso fosse acompanhada de esforço interno para completar o “ciclo de absorção da tecnologia importada”.

A debilidade do esforço de realização de P&D interno é confirmada pelas informações disponíveis (Tabela 3), as quais indicam que as empresas apresentam investimentos relativamente baixos neste campo, atingindo, em seu conjunto, o percentual de 0,3% do PIB (equivalente a 35,7% do dispêndio na-

cional em P&D). Como já se mencionou, a tarefa de superar esta debilidade é fundamental para a consolidação de um sistema de CT&I capaz de responder às exigências do desenvolvimento brasileiro. A política de CT&I, em conjunto com outros instrumentos de política pública, deve criar condições e incentivos para a geração de tecnologia no País.

Evidência adicional desta situação está na forma como as empresas procuram informações para subsidiar seu processo inovativo. Na maior parte dos casos, as atividades de inovação são influenciadas primordialmente pelas suas ligações comerciais com clientes, fornecedores e competidores. A importância do esforço tecnológico interno (departamento de P&D) vem em quarto lugar. Em geral, pode-se afirmar que as empresas brasileiras parecem ser mais reativas ao mercado do que propensas a serem inovadoras ativas. Também chama a atenção a baixa importância atribuída pelas empresas às universidades e institutos de pesquisa como fontes da informação.



**Tabela 3: Gastos em P&D das Empresas em percentagem do PIB**  
**Países Selecionados: 1998**

<b>Países</b>	<b>Gasto em P&amp;D das empresas em percentagem do PIB</b>
Estados Unidos	2,2 <sup>''</sup>
Coréia do Sul	1,8 <sup>''</sup>
França	1,4 <sup>''</sup>
Austrália	0,7 <sup>''</sup>
Itália	0,6 <sup>''</sup>
<b>Brasil</b>	<b>0,3<sup>''</sup></b>
Hungria	0,3 <sup>''</sup>
Portugal	0,1 <sup>''</sup>
México	0,1 <sup>''</sup>

*Fonte: OECD: Main Science and Technology Indicators, n. 1, 2000; Coordenação de Estatística e Indicadores - MCT*

*Nota: os sobrescritos correspondem ao ano de referência da informação*

Os indicadores de produção tecnológica refletem com clareza essa estratégia de não privilegiar a realização de P&D no País. Entre esses indicadores, vale realçar os que se referem à atividade de patenteamento, a qual, embora apresente importantes discrepâncias entre os países avançados, vem conquistando crescente relevância econômica.

A outra face deste processo refere-se às remessas e ingressos relativos a serviços tecnológicos. As estratégias das empresas no País, marcadas por nível considerável de aquisição externa de tecnologia, vêm elevando o total do fluxo de pagamentos brasileiros relacionados com contratos de tecnologia, embora, ao mesmo tempo, também esteja crescendo a receita derivada de fornecimento de tecnologia (Tabela 4).

A partir de 1993, com a recuperação do crescimento da economia e as transformações legais realizadas na ordem econômica nacional, os volumes de recursos remetidos ao exterior retomaram a tendência de evolução ascendente, interrompida nos anos oitenta.

Em 1988, os montantes enviados alcançaram US\$141 milhões, limite inferior histórico da série de remessas; os ingressos perfaziam apenas cerca de US\$70 milhões. Em 1999, as remessas chegaram a cerca de US\$2,97 bilhões, ao passo que os ingressos, na mesma data, totalizaram US\$1,25 bilhão. É interessante notar que o crescimento foi expressivo tanto para as remessas, quanto para os ingressos.

O resultado final consolidado foi o crescimento do déficit nos fluxos referentes à transferência de tecnologia (Gráfico 3), de um patamar inexpressivo, até 1992, para US\$1,7 bilhão aproximadamente, em 1999, que continua onerando o balanço de pagamentos. Um elemento positivo novo (da década de noventa), no entanto, que merece atenção tem sido o crescimento do fluxo de ingressos, até então inexpressivo.

Vale ressaltar que, apesar de revelarem volume ainda relativamente limitado, os indicadores disponíveis sugerem a tendência de um maior esforço das em-

**Tabela 4: Remessas e Receitas ao Exterior por Contratos de Transferência de Tecnologia/Brasil: 1985, 1990, 1995 e 1999**

Modalidade de Contrato	1985		1990		1995		1999	
	Receita	Remessa	Receita	Remessa	Receita	Remessa	Receita	Remessa
Fornecimento de Serviço de Assistência Técnica	57,7	122,0	127,3	174,0	275,6	310,5	1.125,8	1.365,6
Fornecimento de Tecnologia	1,4	44,1	3,4	31,7	6,9	222,2	14,7	482,3
Marcas licença de uso/cessão	2,1	0,1	0,9	0	1,2	5,0	4,5	37,9
Patentes licença de exploração/cessão	1.658,0	2.476,0	643,0	3.054,0	1.169,0	138,6	154,0	97,1
Franquias	-	-	-	-	-	-	-	4,3
Marcas e patentes registro, depósito ou manutenção	-	-	-	-	10,9	3,5	75,6	7,5
Implantação ou Instalação de Projetos	-	-	-	-	13,7	3,7	27,8	15,6
Software (cópia)	-	-	-	-	39,0	236,2	2,4	956,1
<b>Total</b>	<b>62,9</b>	<b>168,7</b>	<b>132,2</b>	<b>208,8</b>	<b>348,6</b>	<b>919,8</b>	<b>1.251,2</b>	<b>2.968,3</b>

Em US\$ 1.000.000

Fonte: Banco Central / Depec / Dibap.

Obs.: Fornecimento de Serviço de Assistência Técnica inclui Serviços Técnicos Especializados.

**Tabela 5: Estimativa das Despesas Realizadas pelas Empresas do "Universo Anpei" em Atividades Inovativas - Brasil: 1993-1999**

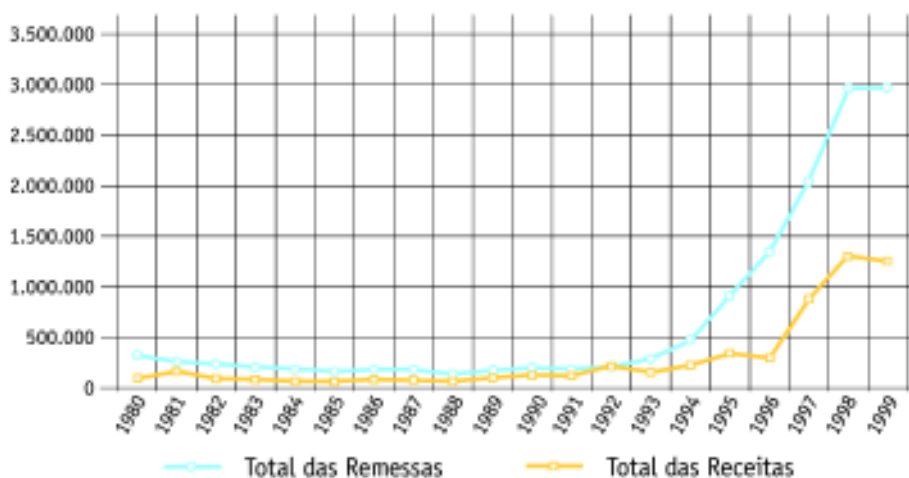
Ano	P&D	Serviços	Aquisição de Tecnologia	Engenharia Não-Rotineira	Total
1993	1.166,0	398,4	270,1	456,0	2.290,5
1994	999,5	321,0	313,5	483,5	2.117,6
1995	1.215,5	296,6	244,3	432,7	2.189,2
1996	1.528,6	240,6	294,0	628,9	2.692,2
1997	2.011,8	316,0	300,4	271,3	2.899,5
1998	1.724,3	468,1	224,8	302,3	2.719,4
1999	2.394,9	726,0	641,0	349,1	4.111,1

Em R\$ 1.000.000, de 1999

Fonte: dados brutos - Anpei. Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores - MCT

Nota: informações originais expandidas para "Universo Anpei" (V. Anexo Metodológico)

**Gráfico 3: Balanço Tecnológico - Brasil 1980 a 1999 (mil US\$)**



Fonte: Banco Central / Depec / Dibap.

presas na área. A entrada em vigor dos instrumentos legais de incentivos fiscais – Lei 8.661/93 (Incentivo à P&D no Setor Industrial e na Agropecuária) e Lei 8.248/91 (Lei de Informática) – contribuiu de forma importante para esta ampliação, embora com impactos circunscritos às grandes empresas e por tempo muito limitado.

Dois indicadores revelam esse aumento do gasto privado: os números da pesquisa da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (Anpei), tabela 5, que foram recentemente atualizados e expandidos para um universo de aproximadamente 1100 empresas (“Universo Anpei” – ver nota 3 e Anexo Metodológico), e as informações do dispêndio em P&D das subsidiárias de empresas norte-americanas. As informações da Anpei dão conta de significativo aumento dos gastos, ao longo da década de noventa. Ainda que esse resultado não represente a totalidade da indústria brasi-

leira, a metodologia empregada para essa estimativa representa aprimoramento importante em relação às séries divulgadas anteriormente. Com exceção da redução do dispêndio com engenharia não rotineira, todas as demais despesas se elevam em termos reais, com destaque para P&D e para aquisição de tecnologia, o que é coerente com as informações do balanço tecnológico.

As informações prestadas ao governo dos EUA pelas empresas controladas por companhias norte-americanas também reforçam esse diagnóstico. Segundo as mesmas, os dispêndios com atividades de P&D no Brasil teriam alcançado a cifra de US\$489 milhões em 1996. Assim, a avaliação de um dispêndio global de 0,3% do PIB, por parte das empresas<sup>3</sup>, é índice revelador tanto do aumento recente, quanto da necessidade de elevar o patamar de esforço do setor empresarial (Tabela 6).

3 Esse valor foi alcançado mediante a expansão dos dados da Anpei para o chamado Universo Anpei, que é formado pelo conjunto das empresas cadastradas na Anpei. Estas são as empresas que, sem dúvida, realizam grande parte do dispêndio nacional em P&D. Optou-se aqui, em função da inexistência de parâmetros consistentes, por não estimar o gasto em P&D do restante da indústria, o que sem dúvida elevaria esse percentual.



Os investimentos sistemáticos em pesquisa científica e tecnológica também resultaram em acumulação de conhecimento e produziram resultados econômicos expressivos. Esta é, por exemplo, a situação da Embrapa, que trouxe contribuição substancial para o desenvolvimento da agricultura brasileira, com implicações de monta para a competitividade externa do agronegócio e para a desconcentração regional do desenvolvimento (ver seção Agricultura). Deve-se destacar que o MCT, por meio do fomento direto à pesquisa e pela concessão de bolsas de estudo, vem apoiando as iniciativas da Embrapa e de diversos institutos vinculados a outros ministérios.

Um exemplo expressivo é o da Petrobras e seu Programa de Capacitação Tecnológica para Exploração em Águas Profundas (Procap), por meio do qual a empresa vem realizando importantes atividades de exploração e produção em águas profundas. As iniciativas efetuadas nas regiões marítimas tornaram-se fundamentais para o aumento da produção de petróleo e gás natural, tendo em vista a política de busca de autonomia em petróleo iniciada nos anos oitenta. Esses esforços foram inaugurados com a descoberta de Albacora (1985) e Marlim (1986), considerados os primeiros campos gigantes (com reservas superiores a 1 bilhão de barris) de petróleo até então encontrados no Brasil (bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro). O significado econômico

**Tabela 6: Gastos com P&D de Subsidiárias de Empresas Norte-americanas realizados fora dos EUA, segundo país: 1982, 1989, 1994 a 1996**

País	1982	1989	1994	1995	1996
<b>Total</b>	<b>3.851</b>	<b>7.922</b>	<b>11.877</b>	<b>12.582</b>	<b>14.181</b>
Alemanha	1.079	1.726	2.849	3.068	3.061
Reino Unido	824	1.718	2.158	1.935	2.133
Canadá	505	975	836	1.068	1.582
Japão	112	1.000	1.130	1.286	1.337
França	332	521	1.372	1.271	1.326
Itália	150	393	365	346	553
Holanda	65	367	415	495	545
<b>Brasil</b>	<b>97</b>	<b>92</b>	<b>238</b>	<b>249</b>	<b>489</b>
Suécia	28	31	72	691	439
Austrália	114	190	230	287	409
Bélgica	223	313	469	292	369
Espanha	40	58	D	288	317
Irlanda	9	156	396	171	193
Suíça	60	59	191	242	189
Israel	11	29	96	97	166
México	30	37	183	58	119
Cingapura	D	24	167	63	88
África do Sul	23	9	14	17	18

US\$ 1.000.000

Fonte: U.S. Bureau of Economic Analysis, apud Science and Engineering Indicators, NSF, Washington, DC, 2000.

Nota: D = não divulgado para não caracterizar a identificação de empresa individual.

## Quadro 2

### Programas Tecnológicos Offshore da Petrobras

O Procap 1000 apresentou dois distintos esforços de pesquisa: o primeiro está relacionado com o aprofundamento do conhecimento sobre os sistemas já utilizados pela Petrobras (Sistemas flutuantes de produção); no segundo, a empresa passa a fazer monitoramento de inovações tecnológicas, muitas delas ainda em sua fase exploratória, ou seja, sistemas de produção que se encontravam na fase de desenvolvimento conceitual.

A complexidade dos esforços demandados neste Programa tornou fundamental o envolvimento de vários agentes de inovação nacionais e internacionais, destacando-se as universidades, centros de P&D, empresas de engenharia e indústria. Trabalharam nesse Programa mais de 400 funcionários da Petrobras e cerca de 1000 pesquisadores e técnicos de instituições e empresas brasileiras e estrangeiras.

Entre os resultados alavancados com o Procap 1000, pode-se mencionar o domínio da tecnologia de sistemas flutuantes de produção para águas profundas (até 1000 metros). Em decorrência do Programa, a Petrobras iniciou a produção no campo de Marlim, a partir de 1992. No mesmo ano, a Petrobras foi premiada pela OTC (*Offshore Technology Conference*) em Houston-Texas, pelos seus avanços tecnológicos nos sistemas flutuantes de produção em águas profundas. Em junho de 1994, foi instalada a plataforma P-XVIII, a 910 metros de profundidade, com capacidade de produção de 100 mil barris por dia, que foi durante dois anos recordista mundial. Durante esse programa, a empresa obteve o registro de vinte e duas patentes internacionais

relacionadas com os conceitos submarinos de produção.

Um estudo de avaliação do Procap 1000 permitiu identificar e quantificar os impactos econômicos decorrentes do Programa. Os resultados desse estudo indicam que para cada R\$1 aplicado no Programa, obteve-se impacto total de R\$12,12 até 1997, período em que foi realizado o estudo de avaliação, chegando-se a R\$18,75 até 2005, de acordo com as projeções realizadas. Uma proporção importante dos impactos oriundos do Programa (cerca de um terço) são indiretos, ou seja, resultou do processo de aprendizagem realizado ao longo do Programa, capitalizados na forma de novas tecnologias, recursos humanos, competências relacionais e organizacionais.

As sucessivas descobertas de campos gigantes em águas cada vez mais profundas (de 1000 até 3000 metros), associadas aos resultados do Procap 1000, estimularam a Petrobras a dar continuidade aos esforços por intermédio do Procap 2000 (1993-1999) e Procap 3000 (em vigor). Estes apresentam-se como agendas estratégicas e permanentes de desenvolvimento de tecnologias consideradas de fronteira pela indústria petrolífera. Para tal, a empresa tem participado de vários consórcios internacionais de pesquisa em regime multicliente, bem como vem montando e sendo agente executor de consórcios de pesquisa, de que participam grandes empresas operadoras estrangeiras de petróleo, além de inúmeros projetos cooperativos, envolvendo várias universidades brasileiras, agora financiados com recursos do CTPetro, o Fundo Setorial do Petróleo.

dessas jazidas de hidrocarbonetos estimulou a Petrobras a conceber um programa de desenvolvimento tecnológico voltado para exploração em grandes profundidades, culminando com a constituição do Procap 1000 (1986-1990), seguido pelo Procap 2000 (1993-1999) (Quadro 2). Estes programas tinham como principal objetivo o domínio dos sistemas de produção submarinos, permitindo a extração de hidrocarbonetos em até 1000 e 2000 metros de lâmina d'água, respectivamente. Vale ressaltar que os sistemas de produção existentes na época do lançamento do programa permitiam o aproveitamento de poços em até 400 metros de profundidade.

Em setores como o siderúrgico, petroquímico, de papel e celulose, de alimentação e agronegócio, de equipamentos elétricos e mecânicos, além de alguns

segmentos de serviços, como os de informática e serviço de engenharia, há também experiências bem-sucedidas de empresas privadas, controladas por capital nacional, que em grande medida alavancaram seu crescimento através do investimento sistemático em P&D e na geração de novas tecnologias (Quadro 3).

As empresas estrangeiras, especialmente as que operam em setores de média e alta tecnologia, ocupam papel de relevo na economia brasileira. Suas estratégias de investimento em tecnologia constituem, por isso mesmo, elemento fundamental de risco e oportunidade. Na indústria de transformação do estado de São Paulo, as empresas total ou parcialmente controladas por capital externo eram responsáveis por 37,3% do faturamento líquido total do setor, muito embora representassem apenas 2% do número de em-

### **Quadro 3**

#### ***A Indústria Química Brasileira***

A indústria química representa o segundo mais importante segmento da indústria de transformação no Brasil, sendo suplantada em tamanho apenas pela indústria de alimentos e bebidas. Suas vendas em 2000 foram de US\$ 42,6 bilhões.

Ela é, em geral, moderna, com unidades industriais competitivas e com tecnologia atualizada (em sua maior parte importada). Mas o seu crescimento, nos últimos quinze anos, tem sido insuficiente, levando parcela crescente do mercado doméstico a ser atendida por importações (US\$10,6 bilhões em 2000); estas importações representam oportunidades de crescimento para a indústria nacional. O setor químico é responsável pelo maior déficit comercial da indústria de transformação brasileira (estimado em US\$ 7,5 bilhões em 2001).

As razões do não-atendimento da demanda pela indústria doméstica são de duas naturezas. Para os produtos já fabricados (representando cerca de 60% das importações), as restrições são especialmente de natureza econômica. Para os produtos não fabricados (representando cerca de 40% das importações), as restrições são especialmente de natureza tecnológica.

As restrições de natureza tecnológica afetam os produtos de maior valor, intensivos em tecnologia de processo, produto e aplicação. A remoção destas restrições requer investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia (PD&E), especialmente nas áreas da química e da engenharia química e visam atender os segmentos de especialidades e de química fina. O aproveitamento de matérias-primas de origem natural e os processos biotecnológicos apresentam expressivo potencial econômico, acessível apenas mediante significativos dispêndios em pesquisa, desenvolvimento e engenharia e maior integração entre a indústria e a área acadêmica.

presas industriais. Em setores de uso intensivo de tecnologia, como as indústrias farmacêutica, de computadores e equipamentos para telecomunicações, a participação dessas empresas na receita é muito maior. As estratégias tecnológicas dessas empresas terão sempre impacto significativo na constituição da capacidade de inovar da economia brasileira.

A experiência de países com estruturas econômicas em que as empresas estrangeiras são amplamente dominantes, como Malásia e Cingapura, reforça a importância de se adotarem políticas não só de incentivo à realização de P&D em território nacional, mas também de estímulo para que essas empresas contribuam

para a capacitação e realização de P&D por parte de seus pequenos e médios fornecedores domésticos.

Recente pesquisa da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais e da Globalização Econômica (Sobeet) permite compreender melhor o comportamento tecnológico das empresas transnacionais em operação no País e detalha as informações ainda bastante fragmentárias dos indicadores de intensidade de P&D no setor privado nacional. As oitenta e cinco empresas pesquisadas respondiam por 15% do PIB industrial, no ano de 1998. Essas empresas investiram naquele ano quase US\$1 bilhão em atividades inovadoras, dos quais cerca de US\$550 milhões em atividades propriamente de P&D.

Na média, o gasto total com P&D representava cerca de 2,3% do faturamento das empresas transnacionais pesquisadas, com percentuais bem mais elevados para empresas de maior porte, valores praticamente autofinanciados pelas próprias empresas. Os segmentos mais intensivos em P&D realizados no País por essas empresas são os de máquinas e equipamentos, eletroeletrônicos e automobilístico.

Ampliação do mercado, redução de custos, melhoria da qualidade e busca de novos mercados são as motivações mais relevantes para a inovação. Disponibilidade e qualificação da mão-de-obra são elementos considerados críticos. As universidades e institutos tecnológicos no Brasil, além de suas respectivas matrizes, constituem os principais parceiros dessas empresas em seus projetos. Do total de inovações geradas, a maioria absoluta foi patenteada pelas transnacionais aqui instaladas. Dessas, 888 foram depositadas no exterior e 924 no Brasil. No exterior, das depositadas, mais de 86% foram concedidas, enquanto no Brasil esta percentagem foi de apenas 17%.



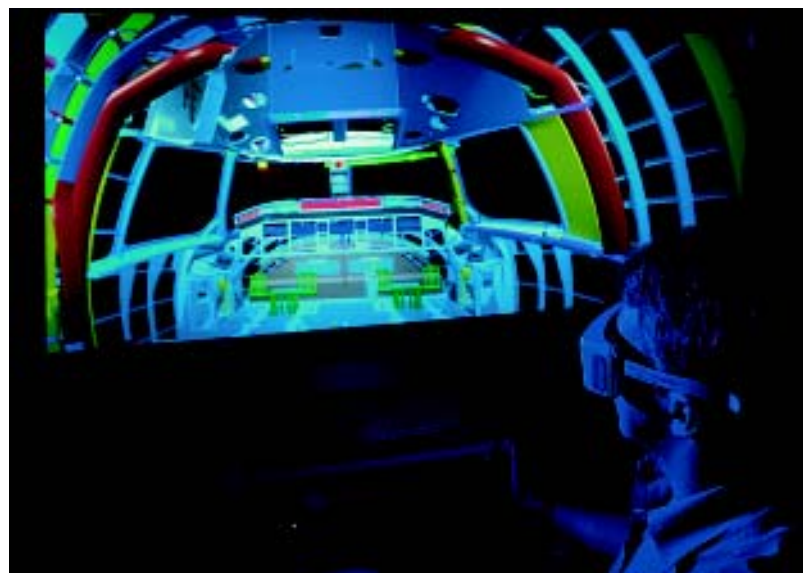
## POLÍTICAS DE INCENTIVO À P&D NAS EMPRESAS

---

As atividades de P&D nas empresas se caracterizam pelo custo elevado e retorno incerto. Por isso, as nações industrializadas dispõem de um conjunto de políticas e instrumentos de incentivo e fomento à P&D empresarial. Com base na experiência das nações que estão na liderança tecnológica, o financiamento público à P&D privada e a outras atividades relacionadas com a inovação nas empresas pode ser distribuído em dois conjuntos principais: o apoio direto, por meio do uso do poder de compra do Estado ou do aporte de recursos sem retorno, e o financiamento indireto, com base na concessão de incentivos fiscais (em geral, deduções do Imposto de Renda).

Os instrumentos de fomento direto têm crescido, provavelmente, por serem mais adequados para a intervenção seletiva, em contraste com a intervenção promovida pelos incentivos fiscais, de modo a estimular o desenvolvimento de tecnologias específicas, mediante a capacitação de pequenas e médias empresas ou, ainda, a geração de parcerias entre instituições públicas de pesquisa e empresas.

No Brasil, a experiência recente de apoio à P&D privada foi quase inteiramente baseada em incentivos fiscais. No entanto, um conjunto de fatores leva à percepção de que se faz necessário diversificar os instrumentos de apoio à P&D privada, com maior recurso a mecanismos de fomento direto. Em primeiro lugar, os incentivos fiscais em geral somente



são adequados para alcançar as grandes empresas, uma vez que as pequenas e médias empresas não têm Imposto de Renda a pagar. Em segundo lugar, os objetivos de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico estabelecidos com a criação dos fundos setoriais exigem intervenções mais seletivas, focalizadas em setores e na busca do desenvolvimento de conhecimento e tecnologias específicos.

A tendência internacional é focalizar os programas de renúncia fiscal em atividades de P&D propriamente ditas, deixando de lado o incentivo a contratos de aquisição de tecnologia ou a programas de treinamento. Nas recentes reformas dos regimes de incentivo fiscal à P&D na França, Bélgica, Holanda e Espanha, parte dos incentivos fiscais passou a ser oferecida apenas com base na dedução de despesas relativas a salários e custos previdenciários de pesquisadores. No caso francês, despesas com a contratação de jovens doutores podem ser deduzidas integralmente. O estágio de desenvolvimento brasileiro, contudo, provavelmente demandará instrumentos mais diversificados e flexíveis do que os utilizados nos países da OCDE.

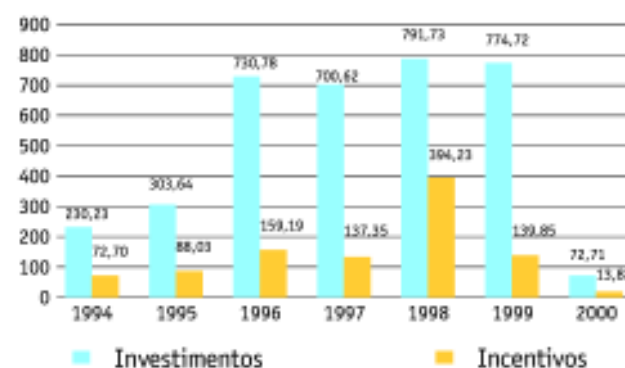
No Brasil, a Lei 8.661/93 criou a possibilidade de serem incentivados Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) e Agropecuário (PDTA), elaborados e submetidos pelas empresas. Em sua forma original, a Lei 8.661/93 compreendia os seguintes incentivos:

- dedução das despesas com atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (próprias ou contratadas), até o limite de 8% do Imposto de Renda a pagar;
- isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incidente sobre equipamentos e instrumentos destinados às atividades de P&D;
- depreciação acelerada de equipamentos utilizados

em P&D;

- amortização acelerada de dispêndios relativos à aquisição de bens intangíveis vinculados a atividades de P&D;
- crédito de 50% do Imposto de Renda recolhido na fonte e redução de 50% do IOF sobre o pagamento de *royalties* ou assistência técnica ao exterior, referentes a contratos de transferência de tecnologia.

Gráfico 4: Valores Globais dos PDTI/PDTA Ano a Ano



Fonte: MCT

A resposta das empresas à divulgação da lei e de seus benefícios foi positiva e imediata. A evolução da apresentação de programas foi crescente no período 1994-1997, diminuindo a partir de 1998, após a redução dos incentivos fiscais (Gráfico 4). Até o ano 2000, 149 empresas submeteram igual número de propostas de PDTI/PDTA, sendo que 104 foram aprovadas. As empresas que efetivaram investimentos e receberam incentivos fiscais são, na maioria, indústrias de grande porte; as empresas industriais médias beneficiadas em geral estiveram associadas a empresas maiores. Uma vez que esses programas têm, em média, duração de quatro a cinco anos, e que a maior parcela dos investimentos se concentra na sua metade final, os investimentos aprovados atingiram seu patamar mais elevado, de cerca de R\$700 milhões a R\$800 milhões, no período de 1997 a 1999.

Os números globais dos programas aprovados até dezembro de 2000 mostram uma relação de 1 para 3,58 entre o valor da renúncia fiscal e a soma das propostas de investimentos privados, significando que os R\$1,17 bilhão em incentivos fiscais concedidos para o período 1994-2004 poderia induzir investimentos de até R\$4,20 bilhões por parte das empresas. Isso demonstra que, se mantido na sua plenitude e aperfeiçoado, o instrumento poderia, a médio prazo, provocar melhor equilíbrio entre as participações dos setores público e privado nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No entanto, os investimentos efetivamente realizados pelas empresas, de 1994 a abril de 2000, atingiram apenas cerca de R\$1,6 bilhão, ou 40% do total previsto, ao passo que a renúncia fiscal efetiva alcançou aproximadamente R\$155 milhões, ou 13% dos benefícios aprovados. Assim, a relação investimentos/incentivos efetivos foi de 10,27, o que representa cerca de três vezes a relação prevista nos programas aprovados.

Em 1997, a Lei 9.532 alterou a legislação tributária federal, reduzindo drasticamente os incentivos fiscais da Lei 8.661/93. Essa alteração levou à queda drástica do número de propostas apresentadas pelas empresas. Nos exercícios de 1999 e 2000, foram protocolados apenas quatro e cinco propostas, respectivamente, contra quinze, em 1998, e trinta e um, em 1997. Os tímidos resultados obtidos com a aplicação da Lei 8.661/93, no ano 2000, evidenciam os efeitos inibidores da alteração na legislação.

Considerando-se a experiência da década de noventa, parece claro que a principal prioridade de uma reforma da Lei de Incentivos Fiscais à P&D deve ser a reavaliação das deduções e isenções fiscais nos termos originalmente instituídos pela Lei 8.661/93.

Em linha com as tendências internacionais, esses incentivos fiscais devem ser focados nas atividades de P&D. Nesse sentido, considerando-se que as empresas brasileiras realizam principalmente inovações incrementais, a definição adotada pela lei deveria considerar outras atividades correlatas, além de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental. Finalmente, o programa deveria ser desenhado de forma a encorajar a atividade inovadora em regiões menos desenvolvidas do País.

Algumas sugestões adicionais complementam os pontos acima colocados:

- estabelecer incentivo adicional, ou escalonar os benefícios existentes, para as empresas que realizam investimentos anuais crescentes em P&D;
- fortalecer a integração do programa de incentivos fiscais com os programas de fomento existentes;
- ampliar o escopo dos incentivos à P&D, de maneira que a lei se aplique ao desenvolvimento de tecnologias para serviços;
- priorizar projetos cooperativos, em especial aqueles realizados por grandes empresas em cooperação com pequenas e médias empresas da mesma cadeia produtiva;
- incentivar a absorção de mão-de-obra qualificada (mestres e doutores) pelo setor privado.

Um aspecto merecedor de atenção é a possibilidade do emprego de fundos públicos, sem retorno, para o custeio parcial de projetos de P&D que impliquem a necessidade de desenvolver nova tecnologia, desde sua fase exploratória até a aplicação em um produto comercializável.

Os exemplos internacionais de programas desse tipo estão relacionados com o alcance de objetivos específicos de desenvolvimento tecnológico: a promoção

de novas tecnologias de ponta desenvolvidas por pequenas e médias empresas, o estímulo a parcerias que envolvam governo, empresas e instituições públicas de pesquisa, ou mesmo a necessidade de acelerar o desenvolvimento de um campo tecnológico prioritário ou programas de pesquisa de interesse público.

No Brasil, o apoio direto à P&D nas empresas, com financiamento parcial a fundo perdido, tem se desenvolvido por meio de programas que buscam promover parcerias entre empresas privadas e instituições públicas de pesquisa (inclusive universidades). Este é o caso de iniciativa do PADCT, dos editais para

apresentação de projetos realizados pelo CTPetro, bem como dos programas de várias fundações de amparo à pesquisa estaduais. Esta experiência está orientando a adoção de instrumentos semelhantes na operação de outros fundos setoriais.

É importante ressaltar o surgimento do projeto Inovar da Finep (Quadro 4). Este projeto combina um elemento limitado de apoio direto, para a fase de estudos de viabilidade, com a organização de investimento de capital de risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica. O objetivo agora é expandir o Inovar, o que já se começou a fazer.

#### **Quadro 4** **Projeto Inovar**

O Projeto Inovar, da Finep, é proposta de organização da estrutura institucional para a promoção de investimentos de capital de risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica no Brasil.

O Projeto Inovar tem como objetivo criar novas empresas de base tecnológica e solucionar as dificuldades enfrentadas por essas empresas, como a falta de recursos em condições adequadas e a carência de capacidade gerencial.

As atividades do Projeto são:

- **Portal de Capital de Risco**

Foi criado o [www.venturecapital.com.br](http://www.venturecapital.com.br), para disseminar notícias, estatísticas, textos selecionados e publicações sobre capital de risco no Brasil e no mundo. Este site também tem por objetivo servir de ponto de encontro entre investidores e empresas que desejam captar recursos de capital de risco (como no site americano [www.garage.com](http://www.garage.com)). Oferece também a oportunidade a empresas para se cadastrarem no site, a fim de se apresentarem em uma vitrine virtual, na qual os investidores poderão pesquisar e selecionar oportunidades para investir.

- **Venture Forum Brasil**

Estrutura de organização de rodadas de negócios entre investidores e empreendimentos de tecnologia. Tem por objetivo incrementar o fluxo de oportunidades de investimento em tecnologia e promover o encontro dos investidores com a seleção das melhores oportunidades de investimento no País.

- **Rede Inovar de prospecção e desenvolvimento de negócios**

Constitui articulação entre incubadoras de empresas, fundações de apoio às universidades e centros de pesquisa, fundações estaduais de amparo à pesquisa, Rede Estadual Sebrae, institutos tecnológicos e

associações de classe, coordenados pela Finep em parceria com o CNPq, o Sebrae Nacional, a Anprotec e a Sociedade Softex. Tem por objetivo a realização de ações coordenadas para o desenvolvimento do mercado de capital de risco, um esforço de prospecção ativa de projetos de pesquisa com potencial de mercado e regularização de aporte de recursos para conclusão dos projetos.

- **Incubadora de Fundos**

Estrutura através da qual alguns parceiros institucionais buscam desenvolver avaliação sistemática de gestores de fundos que confira segurança e transparência às decisões de investimento. Seus objetivos: i) facilitar a entrada de novos investidores no mercado de empresas de tecnologia; ii) identificar deficiências no processo de gestão de fundos de investimentos e sugerir formas de superação; e iii) atrair novos gestores para o mercado e ampliar a oferta de recursos.

#### **RESULTADOS**

Portal Capital de Risco no Brasil, colocado no ar em maio de 2000. Conta com 500 empresas cadastradas.

Em agosto de 2000, foi realizado o I Encontro da Rede Inovar, com participação de 218 representantes de instituições parceiras que receberam noções sobre a indústria de capital de risco. Realização de três Ventures Forums Brasil – o primeiro no Rio de Janeiro em outubro de 2000, o segundo em Porto Alegre, em dezembro de 2000, onde 26 empresas de tecnologia foram apresentadas a investidores, e o terceiro em São Paulo, em abril de 2001, com a seleção de 25 empresas. Um novo Venture Forum, voltado exclusivamente para projetos na área de biotecnologia, será realizado na cidade de Belo Horizonte. Outros mais irão ainda ocorrer.



## Quadro 5

### Proposta de Política de Desenvolvimento Tecnológico do IEDI

O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) – publicou recentemente uma agenda que dá grande ênfase à política tecnológica como um dos elementos estratégicos da política industrial. O texto reafirma que “não se trata apenas de estimular as empresas industriais a acompanhar o progresso técnico para melhorar sua competitividade, mas sim identificar algumas janelas de oportunidade para o Brasil melhorar a eficiência econômica de seu sistema produtivo, produzir e exportar mais produtos com maior conteúdo tecnológico e, assim, contribuir para o aumento dos níveis de renda da economia.”

Além de recomendações específicas para o segmento de informática, esse documento traz três conjuntos gerais de sugestões:

#### POLÍTICA TECNOLÓGICA

- Reformar o Programa de Apoio à Capitação Tecnológica da Indústria (PACTI), privilegiando a dimensão setorial das ações.
- Centralizar as ações de financiamento ao desenvolvimento tecnológico na Finep, ampliando sua articulação com o meio empresarial.
- Privilegiar a cooperação entre os elos das cadeias produtivas.
- Estimular a constituição de entidades tecnológicas setoriais ETS.
- Estruturar programas de difusão tecnológica setorial.
- Criar, em parceria com o setor privado, programas ou instituições especializadas em prospecção tecnológica e identificação de janelas de oportunidade.

- Criar outros fundos setoriais específicos além dos já estabelecidos.

#### APOIO FINANCEIRO E INCENTIVOS

- Reformular e ampliar os incentivos fiscais para torná-los mais atraentes para as empresas.
- Estimular mecanismos de capital de risco.
- Atender a empresas em estágios iniciais e embrionários (*seed money*).
- Estabelecer novas fontes para linhas de financiamento, integrando os fundos setoriais aos demais instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico.
- Focalizar a Finep no desenvolvimento tecnológico das empresas.
- Reduzir o custo do crédito para o desenvolvimento tecnológico.

#### SISTEMAS ESTADUAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

- Estabelecer critérios para definição das prioridades das políticas estaduais em função dos impactos previstos sobre as economias locais.
- Identificar e explorar “janelas de oportunidade” para a dinamização das economias locais, a partir de visões de longo prazo para as políticas de C&T estaduais.
- Montar arranjos produtivos e tecnológicos em escala local que favoreçam a realização efetiva do processo inovativo.
- Maior rigor na alocação dos escassos recursos governamentais e concentração dos esforços em um conjunto mais restrito de prioridades.





## A BAIXA INTENSIDADE TECNOLÓGICA DO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO

---

Um dos maiores obstáculos ao nosso crescimento econômico tem sido a dificuldade estrutural da economia em realizar superávits significativos na balança comercial e reduzir o déficit na balança de serviços. Em grande medida, esses problemas estão relacionados com o perfil da estrutura produtiva e de comércio exterior e com o perfil das atividades tecnológicas das empresas brasileiras. A política de CT&I pode fazer bastante no sentido de modificar estes perfis, atuando de forma complementar às políticas industrial e de comércio exterior.

O problema mais aparente consiste na concentração das exportações em produtos obtidos com uso intensivo de energia/recursos naturais/trabalho e, inversamente, o grande volume de importações de produtos gerados graças à utilização intensiva de tecnologia. A competitividade da economia brasileira, no conjunto, concentra-se em produtos intermediários com pouca diferenciação (baixa intensidade tecnológica), como celulose, minério de ferro, aços de menor valor e produtos do agronegócio, como soja, suco de laranja, açúcar e café, além de produtos de setores de uso intensivo de mão-de-obra (o de calçados é o campeão, mas o de móveis já se destaca).

Ao examinar exclusivamente o comércio de manufaturas, nota-se que, em contraste com o padrão mundial, que apresentou lenta evolução nos anos noventa, o Brasil foi um dos países que, ao longo daquela década, mais aumentaram a participação



das exportações de produtos de maior tecnologia, como proporção das exportações de manufaturas, tendo passado de 29% do total em 1991 para 42% em 1998. Esse aumento foi determinado pela evolução de apenas dois grupos de indústrias: a automobilística e a indústria de aeronaves. O índice referente a importações de alta e média-alta intensidade tecnológica manteve-se praticamente no mesmo patamar de 60% durante toda a década.

### **Quadro 6** **Progex**

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), em convênio com o Sebrae, implantou há dois anos o Programa de Apoio Tecnológico à Exportação (Progex), com ótimos resultados. Esse fato motivou os Ministérios da Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e a Secretaria Executiva da Câmara de Comércio Exterior (Camex) a instituir o Programa Nacional de Apoio Tecnológico à Exportação, em parceria com a Finep, o IPT, o Sebrae e demais instituições de pesquisas tecnológicas credenciadas.

Seu objetivo é permitir às micro, pequenas e médias empresas obter aporte tecnológico por meio de consultorias e serviços objetivos e dirigidos, com vistas a alavancar as exportações. Essa consultoria é prestada por um instituto tecnológico especialmente credenciado.

O trabalho de adequação de produtos para a exportação é realizado em duas fases:

Fase 1: elaboração de diagnóstico para identificar a problemática tecnológica a ser solucionada e a elaboração de plano de trabalho, enfocando questões como normas, certificação e patentes, disponibilidade de laboratórios internos e externos, identificação de consultores, avaliação da capacidade produtiva do cliente, trabalho de *design*, eventuais alterações de processo (redução de custos, substituição de matérias-primas e/ou componentes, alterações de *layout*, etc.).

Fase 2: consiste na implementação do plano de trabalho desenvolvido na Fase 1, envolvendo ações tecnológicas como ensaios laboratoriais, análises direcionadas à solução dos problemas detectados (qualidade do produto, embalagem, processo produtivo, custos, *design*, atendimento de normas e regulamentos e obtenção de marcações como CE, UL e outras).

Além do IPT, cinco outras entidades tecnológicas (Cetec MG, Tecpar PR, INT RJ, ITEP PE e Fucapi AM) devem estender essa rede de consultores para várias regiões do País.

*“A baixa presença dos produtos com tecnologia intensiva na pauta das exportações é outro desafio a considerar (5% do total, enquanto a média mundial é de 18%). Esta é outra razão para que o País invista fortemente em C&T e leve seus resultados ao setor produtivo. Se ficar alheio a esta urgência de inovação, parte essencial da economia nacional se inviabilizará e, na crise, uma vez mais as emergências da economia pautarão as grandes decisões políticas.”*

*Pedro Wongtschowski,  
Oxiten*



### Quadro 7

#### Comércio Exterior segundo Intensidade Tecnológica

O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) realizou recentemente levantamento do comércio exterior brasileiro, utilizando-se das metodologias da OCDE de agregação de produtos segundo sua intensidade tecnológica. As exportações e importações foram classificadas em setores de produtos de baixa, média baixa, média alta e alta intensidade tecnológica. Os resultados reafirmam a baixa intensidade tecnológica de nosso comércio exterior:

- baixo peso das exportações de alta e média-alta intensidade tecnológica (A/MA) como proporção das exportações totais (24% em 1998), relativamente ao padrão médio mundial (43%);
- percentual de importações de produtos de alta e média alta intensidade tecnológica (A/MA) como proporção das importações totais (47% em 1998) superior ao padrão mundial (sendo, porém, mais aproximada) (Tabelas 7 e 8).

**Tabela 7: Distribuição das Exportações segundo Intensidade Tecnológica Mundo e Brasil: 1991, 1994 e 1998**

Exportações	A	MA	Não A/MA	A+MA	Total
<b>Mundo</b>					
1991	13	23	64	36	100
1994	15	24	61	39	100
1998	18	25	57	43	100
<b>Brasil</b>					
1991	4	13	83	17	100
1994	3	16	82	18	100
1998	5	19	76	24	100

Em porcentagem

Fonte: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI).

Notas: A: alta intensidade tecnológica; MA: média alta intensidade tecnológica; Não A/MA: demais setores; A+MA: soma de A e MA.

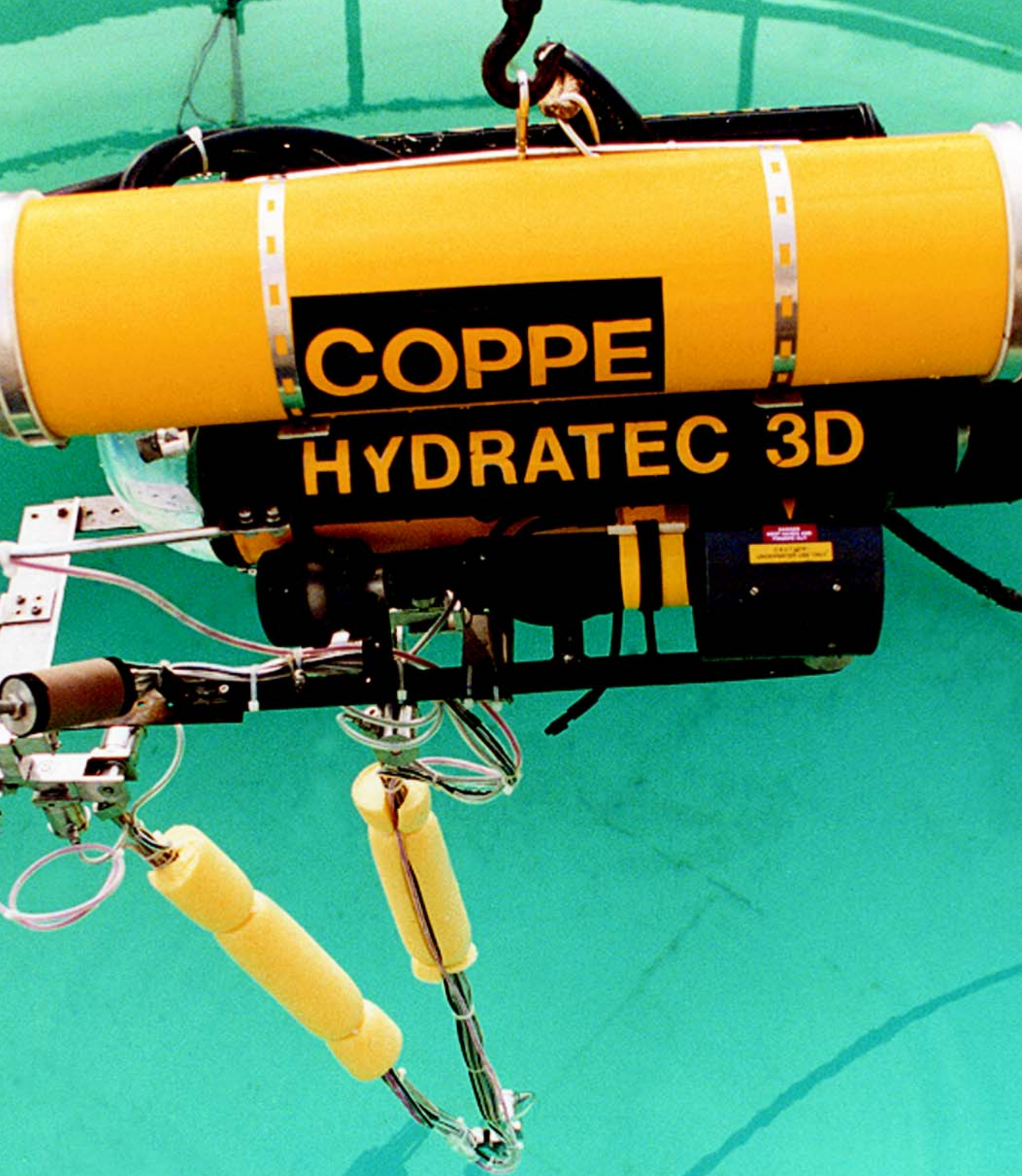
**Tabela 8: Exportações e Importações de Manufaturas segundo Intensidade Tecnológica (%). Brasil: 1991, 1994 e 1998**

Indicadores	A	MA	Não A/MA	A+MA	Total
<b>1991</b>					
Exportação	6	22	71	29	100
Importação	17	44	39	61	100
<b>1994</b>					
Exportação	5	27	69	31	100
Importação	18	45	37	63	100
<b>1998</b>					
Exportação	9	33	58	42	100
Importação	19	42	40	60	100

Em porcentagem

Fonte: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI).

Notas: A: Alta intensidade tecnológica; MA: Média alta intensidade tecnológica; Não A/MA: Demais setores; A+MA: Soma de A e MA.





## A NECESSIDADE DE AMPLIAR A PARTICIPAÇÃO DOS SETORES DE ALTA TECNOLOGIA NA ESTRUTURA PRODUTIVA: TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

---

Os setores produtores das Tecnologias da Informação (TI), dada sua presença em quase todos os segmentos da economia moderna, são cruciais para assegurar condições de competitividade da economia como um todo e para superar vários problemas estruturais do País, especialmente os de cunho social. Nossa falta de competitividade nos principais segmentos das TI decorre primordialmente da limitada implantação desses segmentos no Brasil (corresponde a apenas cerca de 7% do PIB industrial). A localização global de investimentos produtivos das grandes empresas desses setores não decorre apenas da existência de mercado interno atraente e mão-de-obra industrial barata. Ao contrário, devido ao aumento sistemático dos custos da realização da P&D nos países mais industrializados, a capacitação local do país hospedeiro em engenharia e P&D tem sido um fator que cada vez mais influencia decisões sobre localização de investimento, como demonstram exemplos da Índia, China, Malásia e Cingapura.

A questão da política para o desenvolvimento das TI (compreendida não apenas a indústria de bens e equipamentos, mas também a de *software* e serviços especializados) tem grande inter-relação com a implantação dos fundos setoriais de fomento da P&D. Isto é mais evidente no caso do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), já que os serviços de telecomunicações se colocam hoje entre os maiores importadores de bens e serviços



baseados nas TI. Portanto, a atuação do Funttel, em articulação com a política industrial, deveria compreender ações que fomentem o desenvolvimento nacional da pesquisa tecnológica e de produtos e serviços de base digital para telecomunicações (seja pelas grandes empresas internacionais produtoras de equipamentos ou serviços, seja pelas empresas nacionais, de menor porte, que atuam na provisão de nichos de equipamentos e serviços especializados).

Este tipo de atuação é crucial para o desenvolvimento das pequenas e médias empresas nacionais de base tecnológica (EBTs). A atuação dos fundos junto a universidades e instituições públicas deve privilegiar a pesquisa científica e tecnológica que esteja articulada com a estratégia de desenvolvimento das TI.

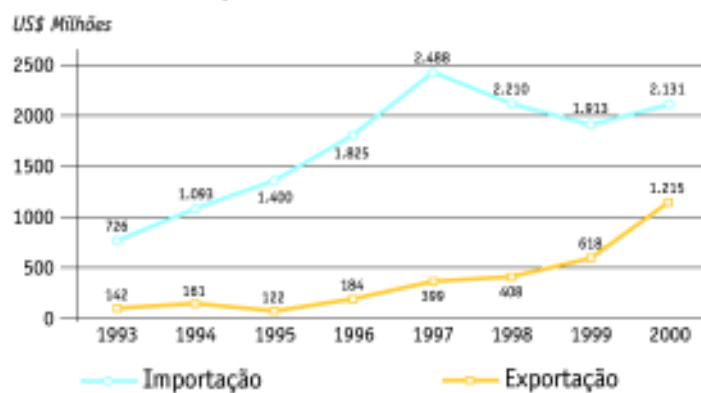
O processo de inserção competitiva da indústria brasileira de tecnologias de informação irá requerer atenção especial dos poderes públicos na próxima década. A atuação não deverá limitar-se à montagem de bens finais, cuja produção e exportações cresceram sensivelmente no País, nos últimos anos. Mas tal ação deve ampliar a agregação doméstica de valor,

com ênfase em engenharia e desenvolvimento tecnológico nacionais. Vários instrumentos estão disponíveis, inclusive os da nova Lei de Informática e os fundos setoriais, para que se estimule a alteração do perfil das indústrias da tecnologia de informação, visando ao melhor aproveitamento de nichos de mercado e abrindo possibilidades reais de entrada no mercado internacional para empresas brasileiras (Gráfico 5).

A indústria de tecnologias da informação, em seus vários segmentos, vem crescendo à taxa anual média de 13% de 1993 a 1999. A legislação de informática e o crescimento do mercado brasileiro, em conjunto com as políticas do BNDES, atraíram para o País cerca de 100 novas empresas, em sua maioria grandes nomes internacionais, mas há ainda relativamente pouco esforço de engenharia e desenvolvimento nacional por parte dessas empresas. Muitos de seus produtos são apenas montados no Brasil.

A indústria de telecomunicações contribuiu para o PIB brasileiro, no ano 2000, com cerca de US\$7 bilhões, devendo atingir US\$ 7,3 bilhões em 2001. As

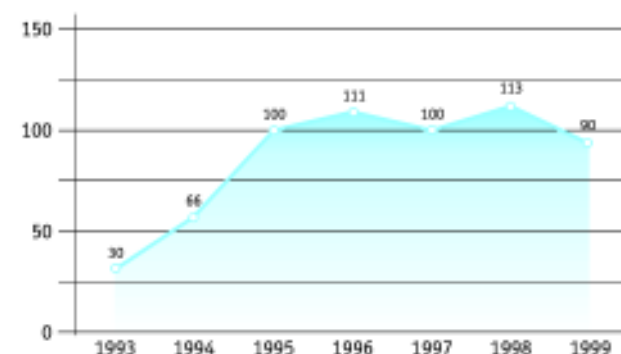
**Gráfico 5: Importação e Exportação de Produtos Acabados de Informática - 1993/2000**



Fonte: Sepin - Ministério da Ciência e Tecnologia



**Gráfico 6: Universidades e Instituições de Ensino e Pesquisa que receberam recursos da Lei de Informática - 1993/99**



Fonte: MCT/Sepin.

indústrias do setor também aumentaram o fornecimento de equipamentos, que atingiu o valor de R\$ 21,5 bilhões em 1999. O esforço de P&D realizado no País por essas empresas, entretanto, não é compatível com a dimensão econômica do setor. Esta é uma questão fundamental para a discussão das diretrizes estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação na área de telecomunicações.

Com a privatização do setor de telecomunicações, a indústria de tecnologias da informação e comunicação ganhou nova dinâmica. Criou-se uma nova realidade no País, com a qual a área de Ciência, Tecnologia e Inovação ainda está aprendendo a lidar.

Como resultado da legislação de informática, que exigia investimentos de 5% do faturamento das empresas em pesquisa e desenvolvimento, como contrapartida a seus benefícios, estima-se que o montante acumulado desses investimentos atingiu R\$3,0 bilhões, entre 1993 e 2000, proveniente das empresas que operam nas mais diversas regiões brasileiras (com exceção da Zona Franca de Manaus, que aplica diretamente os recursos que gera).

Desse montante, cerca de R\$2,0 bilhões foram alocados diretamente pelas empresas, R\$1,0 bilhão foi dispendido em convênios com instituições de ensino e pesquisa (Gráfico 6) e R\$128 milhões junto aos Programas Prioritários do MCT, tais como Softex, Rede Nacional de Pesquisa e Proten.

Dada a estrutura do setor, verifica-se acentuado grau de concentração dos incentivos em um número reduzido de empresas. Em 1999, trinta empresas foram responsáveis por 83% do volume de incentivos, e apenas dez entre estas responderam por 61% do total de incentivos.

Esses incentivos, significativos por qualquer padrão, indicam o montante de recursos que podem ser investidos no desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil pelo setor privado. Vale lembrar que eles equivalem a cerca de 40% do orçamento do MCT no mesmo período. Embora se estime que as empresas incentivadas pela Lei investiram cerca de R\$3 bilhões no período 1993–2000, não se pode identificar com precisão o percentual desses recursos efetivamente empregados em atividades de P&D propriamente ditas.

A nova Lei de Informática, estendendo esses incentivos até 2009, constitui assim instrumento fundamental para o aumento do gasto em P&D no País. Os aprimoramentos trazidos pela nova lei devem permitir melhorias na sistemática anterior, como o credenciamento das instituições habilitadas a realizar convênios, ou a melhor distribuição regional da contrapartida em P&D. Desta forma, espera-se atingir melhor equilíbrio das aplicações incentivadas em P&D em instituições de ensino ou pesquisa das várias regiões. É de se esperar, igualmente, que o controle mais rigoroso da utilização dos recursos se traduza em aplicações crescentemente mais estratégicas.

O MCT vem desenvolvendo uma discussão para definir a nova política para o setor de TIC, que se desdobra em focos distintos e interligados: o desenvolvimento de bens finais (*hardware*), a política de desenvolvimento de *software* e a reestruturação e desenvolvimento do setor de microeletrônica (Quadro 8). Os três vértices desta política visam criar condições de modificação do cenário das tecnologias de informação, no seu conceito de produção, de modo a viabilizar a participação do setor no mercado internacional.

Esta política envolve forte capacitação de recursos humanos e por isso depende principalmente de investimentos nas universidades e centros de pesquisa especializados, cujo montante inicial não é elevado. Uma estratégia consistente de formação de recursos humanos qualificados permite a disseminação do conhecimento e o crescimento empresarial de forma homogênea.

A política de desenvolvimento de bens finais (de *hardware*), apoiada na nova Lei de Informática, prioriza a pesquisa e desenvolvimento, contribui para a descentralização regional do conhecimento, para a mo-

dernização da infra-estrutura e para o desenvolvimento de produtos, em parceria com o setor privado.

Após crescimento médio anual de 19% na década de noventa, o valor do mercado interno brasileiro de *software* está estimado, para o ano de 2001, em US\$3,4 bilhões. Se considerado em conjunto com os serviços técnicos de informática, este mercado do setor de tecnologias da informação atingirá a cifra de US\$7,7 bilhões.

As características de emprego de recursos humanos de alto nível, que a produção de *software* agrega, aliadas ao pequeno volume exigido de investimentos iniciais, permitem a distribuição da produção de forma razoavelmente homogênea em todo o País, o que constitui fator relevante para a distribuição de riquezas de modo mais equilibrado e conseqüente fortalecimento do mercado interno.

A legislação que reestruturou o setor de telecomunicações garantiu recursos para investimento na promoção do desenvolvimento tecnológico, por meio do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), junto ao Ministério das Comunicações. A estratégia emergente de desenvolvimento tecnológico e inovação para o setor é complementada ainda pelos incentivos proporcionados pela Lei de Informática, que buscam atrair atividades de P&D para o País e torna viáveis outras parcerias entre universidades e empresas. Nesse novo contexto, algumas empresas transnacionais já estabeleceram centros de P&D – principalmente voltados para o desenvolvimento de *software* de gerenciamento de redes, *software* para terceira geração, *wireless*, protocolos IP e *backbones* óticos – e estabeleceram projetos de pesquisa e cooperação com universidades. Ao mesmo tempo, persistem as atividades de desenvolvimento

## Quadro 8

### Softex: A Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro

A Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro (Softex) tem o objetivo social de executar, promover, fomentar e apoiar ações de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico do *software* brasileiro e suas aplicações, através da gestão, transferência de tecnologias e promoção do capital humano, visando ao desenvolvimento socioeconômico brasileiro.

O programa tem duas vertentes principais: uma tecnológica, outra de mercado. Na vertente tecnológica, a estratégia adotada foi a de estabelecer núcleos de desenvolvimento de *software* para exportação e centros Gêneses de suporte à geração de novas empresas em cidades brasileiras. Na vertente de mercado, o Programa montou escritórios de representação no exterior, com espaço para "incubação mercadológica". Em julho de 1995, foi lançado o Softex Mall, que passou a integrar a internet, fornecendo acesso generalizado ao portfólio das empresas brasileiras exportadoras de *software*.

O sistema Softex brasileiro, com as 37 unidades espalhadas pelo País (19 núcleos e 18 centros de pesquisa), conseguiu cumprir a meta de exportação fixada em 1996 para o ano passado. Uma avaliação preliminar indica que o País atingiu US\$ 100 milhões em vendas externas de programas de computador.

Embora pretenda ampliar as vendas internacionais de *software*, o Softex passa a olhar mais para o mercado interno. A mudança de foco pretende melhorar a captação de recursos para financiar empresas brasileiras de *software* e ampliar o mercado brasileiro. Está em negociação acordo inédito com a Sociedade Operadora de Mercado Aberto (Soma), a bolsa eletrônica brasileira, similar a Nasdaq dos Estados Unidos. Ele prevê a formação de um fundo com recursos de outros fundos de investimento que bancariam vários projetos de *software* ao mesmo tempo. Duas vantagens: a atividade ganharia nova fonte de recursos, e o investidor diluiria os riscos na aposta de várias idéias ao mesmo tempo.

A política tem propiciado o crescimento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento por parte da iniciativa privada, atraído investimento de longo prazo das grandes empresas internacionais, e os produtos fabricados no País têm preços competitivos em relação aos seus similares importados.

Núcleos Regionais Softex: Unidades regionais (autônomas) de promoção à exportação de *software*, os Núcleos Softex oferecem às empresas acesso a produtos e serviços especializados da rede de agentes Softex. Os núcleos instalam-se com forte apoio regional, contando com a infra-estrutura e suporte de centros acadêmicos e parceiros institucionais. Estes núcleos oferecem, às empresas asso-

ciadas, cursos, treinamentos, consultoria, apoio e estrutura técnica para reuniões e eventos, biblioteca setorializada, *clipping* do setor e *newsletter* própria, entre outros serviços. Os núcleos são responsáveis ainda por articular ações em nível nacional, como a publicação de catálogos e organização de eventos e seminários, com a promoção de empresas em nível internacional.

Financiamento: com o objetivo de aumentar o quadro de financiamentos no setor, a Sociedade Softex, em articulação com seus parceiros, vem atuando na construção de mecanismos de financiamento adequados às empresas brasileiras de *software*. O Programa de Apoio ao Setor de *Software*

(Prosoft) foi criado pelo BNDES e a Softex para estimular a competitividade da indústria brasileira de *software* em nível internacional. O Programa oferece empréstimos de R\$200 mil a R\$3,5 milhões, a critério, sem necessidade de apresentar garantias reais, para empresas que faturem até R\$35 milhões anuais. O crédito é feito com prazo total de seis anos (com dois de carência), com dívida corrigida pelo IGP-M. Desde que foi lançado, em 1997, o Prosoft já beneficiou doze empresas, com a aprovação de R\$24,5 milhões em financiamentos. Atualmente, o Programa conta com R\$25,5 milhões para comprometer até junho de 2001.

Gráfico 7: Agentes Softex Centros Genesis



tecnológico do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), transformado em fundação de direito privado (Quadro 9).

Paralelamente, iniciou-se uma ofensiva para melhor estruturar o setor de microeletrônica, que hoje pressiona a balança comercial, em função da demanda crescente de produtos importados, em sua maioria circuitos integrados, e cujas importações até setembro do ano 2000 já haviam superado US\$1,2 bilhão, mas da qual também participam outros componentes importantes, como fibras ópticas, *lasers* e similares.

A política para o segmento de microeletrônica apóia-se, também ela, em três focos que podem agir independentemente e que, em conjunto, compõem a completa inserção do País no cenário mundial de produtores de microeletrônica: política de desenvolvimento de projeto (*design*); produção de *back end* e atração de fundições.

### Quadro 9 A Atuação do CPqD

Ao longo de seus 25 anos de existência, o CPqD desenvolveu mais de uma centena de produtos de *hardware* e *software* e prestou incontáveis serviços tecnológicos com grande efeito multiplicador e elevada relação custo/benefício para seus clientes, parceiros e para a sociedade brasileira. São noventa patentes concedidas no Brasil e mais cinquenta e uma concedidas no exterior, além de 121 registros de *software*.

Para se ter a dimensão do impacto dos resultados alcançados pelo CPqD, vale citar que a entrada efetiva das centrais Trópico RA no mercado brasileiro, em junho de 1990, fez com que o preço do terminal de comutação fosse reduzido de US\$1 mil para US\$330,00 em um ano, atingindo posteriormente o patamar de US\$200,00. Isto resultou em economia ao País de aproximadamente US\$5 bilhões entre 1993 e 1998, o ano da privatização da Telebrás. Isto sem contar o fator multiplicador da criação de indústrias e de empregos diretos.

Outro exemplo clássico é o desenvolvimento dos telefones públicos utilizando cartões indutivos, uma tecnologia barata e de fácil assimilação pela população de baixa renda. Sua introdução na rede telefônica proporcionou a incorporação de significativos ganhos tecnológicos e econômicos, estimados em US\$200 milhões anuais.

Na linha do desenvolvimento de *softwares* para gerência de redes, o CPqD desenvolveu o Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa (Sagre), que proporcionou economia estimada em US\$1,2 bilhão na implantação de novo processo de cadastramento de terminais, unicamente com a utilização de pares que estavam ociosos nas redes das operadoras.

Em julho de 1998, o Centro foi transformado em fundação de direito privado. Neste novo contexto, o CPqD tornou-se fonte de conhecimentos tecnológicos sempre à disposição da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), das empresas operadoras de telecomunicações, das indústrias de equipamentos e de *softwares* para gerência de redes e de serviços, além de outros interessados.

Atuando dessa forma, o CPqD continua a contribuir para a sociedade brasileira por intermédio de suas duas funções: a estratégica e a empresarial.

Na função estratégica, o seu objetivo é atuar nas tecnologias emergentes e/ou pré-competitivas, bem como promover o conhecimento e a difusão de sua capacitação tecnológica para a sociedade, através do seu efeito multiplicador, contribuindo dessa forma para a competitividade do País. Na função empresarial, o seu objetivo é contribuir para a competitividade das empresas, com as estratégias de foco e de agregação de valor aos clientes.



## A NECESSIDADE DE FORTALECER A INOVAÇÃO E A DIFUSÃO TECNOLÓGICA NAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS E A QUESTÃO REGIONAL

---

O universo das micro, pequenas e médias empresas (PME) é muito significativo no Brasil, sendo responsável pelo maior número de empregos gerados (mais de 70% dos empregos e 21% do PIB). No Japão, as PME constituem 98% do total de empresas. Na Alemanha, as médias empresas são um dos mais dinâmicos segmentos exportadores.

A existência de grande quantidade de microempresas e empresas de pequeno porte leva à menor concentração econômica e, nesse sentido, as mesmas constituem importante mecanismo de distribuição de renda. O desafio para Ciência, Tecnologia e Inovação na próxima década é contribuir para a expansão quantitativa do setor e melhorar seu padrão de competitividade, inclusive no setor de exportações.

O ambiente econômico atual a que estão expostas as microempresas e empresas de pequeno porte é severo. Pelo menos cinco barreiras são responsáveis pelas dificuldades da manutenção ou crescimento competitivo das micro e pequenas empresas. Elas têm a ver com sua capacidade de:

- investimento: custo do capital e formas de financiamento tradicionais;
- gerenciamento e de qualificação profissional da mão-de-obra;
- barganha e negociação com fornecedores e canais de distribuição;
- inovação do produto, tecnológica ou não (como,



por exemplo, *design*);

- melhoria de processo produtivo com forte enfoque em qualidade.

Arranjos institucionais para promoção da inovação – como pólos, parques tecnológicos, distritos industriais, *clusters* ou aglomerados produtivos, incubadoras de empresas, centros de inovação, entre outros – estão sendo estimulados desde a década de oitenta. Cada qual com particularidades próprias, atendendo a diferentes fases do processo de maturação das empresas, têm sido utilizados no mundo inteiro para induzir o crescimento do setor.

A organização e promoção de sistemas locais de inovação, visando estimular sinergias entre os agentes locais – para superar gargalos tecnológicos que travam o desenvolvimento de atividades produtivas com potencial relevante de geração de renda e emprego –, apresenta nova concepção de desenvolvimento regional e nova dimensão para a participação das micro e pequenas empresas no contexto de de-

seenvolvimento. Um fator muito importante consiste na possibilidade de se incluir inovações advindas de percepções locais ou mesmo de tecnologias desenvolvidas localmente, muitas vezes garantindo diferencial único para o mercado. É necessário levar em consideração alguns fatores e linhas de ações, tais como:

- especificidades locais, ou seja, a adoção de políticas diferenciadas de acordo com as necessidades ou potencialidades locais;
- contribuição da Ciência, Tecnologia e Inovação na formação e consolidação de novos pólos de desenvolvimento regional;
- formação, capacitação e fixação de mão-de-obra especializada para dar suporte às ações de inovação;
- importância da ação do Estado no desenvolvimento econômico e social, em especial nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste;
- impactos ambientais ligados à atividade econômica nas novas regiões de desenvolvimento – o objetivo deve ser o desenvolvimento sustentável.

## Quadro 10 Sebrae

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas é instituição técnica de apoio ao desenvolvimento da atividade empresarial de pequeno porte, voltada para o fomento e difusão de programas e projetos que visam à promoção e ao fortalecimento das micro e pequenas empresas.

O Sebrae foi criado em 1990 por lei de iniciativa do Poder Executivo, em parceria com as confederações representativas do setor empresarial. O Sebrae é um serviço social autônomo – sociedade civil sem fins lucrativos que, embora operando em sintonia com o setor público, não se vincula à estrutura pública federal.

As inúmeras iniciativas conjuntas do Sebrae Nacional ou dos Sebraes estaduais transformaram essa instituição em parceira estratégica das agências de fomento à C&T, especialmente do MCT.

Entre esses projetos está o Programa de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas Empresas (Patme). Esse é um mecanismo criado pelo

Sebrae e a Finep para permitir que pequenas e médias empresas acessem os conhecimentos existentes no País, por meio de consultorias, visando à elevação do patamar tecnológico. A consultoria para execução dos projetos é prestada por centros tecnológicos, universidades, instituições de pesquisa, escolas técnicas e fundações voltadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

O Sebrae é também tradicional fonte de suporte ao empreendedorismo e à incubação de empresas, bem como ao Softex, aos programas de *design* e tecnologias industriais básicas, ao Progetex e aos sistemas locais de inovação.

A mais recente parceria do MCT com o Sebrae é o Projeto Inovar de capital de risco. O Sebrae participa, com a Petrus e o BID, do Fundo dos Fundos de Capital de Risco, cujo objetivo é ampliar a ação de suporte ao risco tecnológico das pequenas e médias empresas.

## NORMAS TÉCNICAS E METROLOGIA PARA A COMPETITIVIDADE

Merece particular atenção o fato de que o comércio internacional – além de estar, em escala crescente, orientado pela capacidade das empresas de incorporar, de forma contínua e sistemática, inovações tecnológicas de produtos, processos e gerenciais – defronta-se ainda com o crescimento das chamadas barreiras técnicas ao comércio. Com efeito, desde a criação do Acordo Geral sobre Comércio e Tarifas (GATT), em 1947, a tarifa média aplicada a bens era de 40% e vem decrescendo, de tal forma que, em 1994, ao término da Rodada Uruguai, havia abaixado para 5%. Ao mesmo tempo, em sentido inverso, multiplicam-se as barreiras técnicas ao comércio, representadas pelas crescentes exigências de certificação de produtos e serviços, segundo algum padrão normativo internacionalmente aceito. Essas barreiras são de tal ordem que, no âmbito da Organização Mundial do Comércio, foi estabelecido o Acordo de Barreiras Técnicas, com o objetivo de levar os países membros a se absterem de criar obstáculos desnecessários ao comércio, exceto no que se refere ao cumprimento dos chamados objetivos legítimos. Tais objetivos se circunscrevem aos aspectos da saúde, segurança, proteção da vida humana, animal e vegetal, defesa da concorrência, proteção ambiental e proteção ao consumidor.



### **Quadro 11** **CNI/IEL/Senai**

O Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) são entidades ligadas à Confederação Nacional da Indústria (CNI) e que atuam na área tecnológica, sendo parte fundamental do sistema nacional de inovação.

O IEL tem como missão promover a interação das empresas do setor industrial com as instituições de ensino, pesquisa e demais organizações baseadas no conhecimento, visando à competitividade e ao desenvolvimento do setor produtivo brasileiro, através da realização de estudos e projetos junto a instituições geradoras de conhecimento e de novas tecnologias.

Dentre seus projetos, destacam-se a parceria Bitec – “Bolsas IEL – Sebrae – CNPq para apoio ao Desenvolvimento Tecnológico das Micro e Pequenas Empresas”, cuja 3ª edição 2000–2001 envolveu 27 estados da Federação, 396 estudantes de graduação e 384 professores universitários de 95 universidades públicas e privadas, abrangendo mais de 20 áreas de conhecimento.

Outra parceria do IEL/MCT é o projeto de “Pesquisa sobre Empresas Graduada por Incubadoras”, que consiste em pesquisa quantitativa e qualitativa com o universo destas empresas em todas as regiões, objetivando medir o seu impacto no processo de desenvolvimento econômico, social e tecnológico das localidades e regiões onde atuam.

O Senai tem por objetivo contribuir para o fortalecimento da indústria através da educação para o trabalho, assistência técnica e tecnológica, produção e disseminação de informação, além da geração e difusão de tecnologia, atuando de forma efetiva através dos Senaitec’s – Centros Nacionais de Tecnologia –, sendo estes verdadeiros pólos de geração, absorção, adequação e transferência de tecnologia, que tornam disponível o conhecimento produzido pelos setores industriais de ponta dos diversos estados.

O Senai é parceiro do MCT em projetos de tecnologia industrial básica, normalização, gestão da qualidade e sistemas de rede de informações tecnológicas. Há também grande interface de atuação nas áreas de transferência de tecnologia, empreendedorismo, desenvolvimento regional, incubadoras e parques tecnológicos e capacitação empresarial.

Entretanto, a certificação de produtos, de sistemas (Gestão da Qualidade, Gestão Ambiental) e de serviços é praticamente condição geral para o acesso a mercados. A certificação – ou qualquer outra forma de demonstração da conformidade de produtos e serviços com requisitos técnicos especificados em normas técnicas (quando esses requisitos são voluntários) ou em regulamento técnico (quando esses re-

quisitos são compulsórios, abrigados sob o artigo II do Acordo de Barreiras Técnicas da OMC) – depende da existência de organismos de inspeção e de certificação acreditados segundo normas e guias internacionais. Estes, por sua vez, realizam ensaios em laboratórios credenciados segundo os mesmos parâmetros, que, por sua vez, baseiam-se em normas técnicas e em regulamentos técnicos. Tudo isso tem como base laboratórios metrológicos capazes de disseminar padrões nacionais de medida e efetuar calibrações que garantam a rastreabilidade das medições em escala mundial.

Esta base metrológica, por seu turno, deve estar assentada sobre infra-estrutura metrológica nacional altamente capacitada, operando em modelo de rede, em condições de disseminar nacionalmente as unidades das grandezas necessárias, em níveis de incerteza cada vez menores, além de demonstrar a sua competência internacionalmente. Isto exige que as instituições da rede estejam operando na fronteira do conhecimento científico e tecnológico, o que requer sólido esforço em pesquisa básica e aplicada. No panorama brasileiro, essa necessidade implica revitalizar o Inmetro, como o núcleo da rede, para ampliar consideravelmente a capacidade nacional de prestar serviços metrológicos, bem como as atividades de pesquisa científica e tecnológica (Quadro 8).

Além do fato de que essa formidável infra-estrutura exija investimento extremamente alto, os sistemas de metrologia, normalização e avaliação da conformidade (inspeção, ensaios e certificação) devem ser reconhecidos internacionalmente, sem o que o preço de um produto estará acrescido de tantas certificações quantos forem os mercados de destino desses bens e serviços.

Outro ponto merece relevo: no passado, a norma técnica nacional ou setorial era instrumento de defesa de mercados e, como tal, foi recurso tático usado no processo de substituição de importações.

Hoje, a competição internacional baseia-se nas normas técnicas internacionais. Assim, é vital que a empresa participe do esforço de normalização nos foros internacionais e que tenha condições de defender seus interesses no campo da tecnologia, nos momentos em que a norma é discutida e aprovada. Caso contrário, a empresa será mera seguidora de padrões tecnológicos determinados pela concorrência.

Esse é um desafio particular no caso brasileiro, uma vez que apenas 0,05% das empresas brasileiras participa da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foro nacional de normalização e, como tal, habilitado a representar o Brasil nos foros internacionais que tratam da matéria.

### **Quadro 12** **Capacitação Científica e Tecnológica** **em Metrologia**

---

Os institutos metrológicos nacionais, em vários países desenvolvidos, combinam pesquisa científica de alto nível com forte interação com as necessidades concretas de seus parques industriais e de serviços.

Dentro deste espírito, é oportuno para o Brasil contar com uma organização na área de metrologia, onde pesquisa básica, pesquisa aplicada, inovação tecnológica e serviços para a indústria se integrem.

Seria, como no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST), a instituição metrológica nacional dos Estados Unidos, o *locus* onde coexistem, natural e sinergicamente, pesquisa científica, pesquisa tecnológica, transferência de tecnologia a empresas, inovação e serviços de alto conteúdo tecnológico. Na situação brasileira de relativa escassez de recursos, esta organização teria de aproveitar ao máximo a capacidade de pesquisa já instalada no País, para coordenar projetos nacionais integradores em metrologia científica.

A infra-estrutura ora existente nos laboratórios do Inmetro em Xerém-RJ é bastante boa no que tange a prédios e instalações, onde já se realizam trabalhos de alto valor científico e tecnológico, mas ainda muito aquém do necessário. Isto sugere que o investimento em um grande projeto para desenvolver a metrologia científica e industrial no Inmetro representaria a criação de um núcleo natural para esta rede nacional, capaz de integrar Ciência, Tecnologia e Inovação, com grande impacto na competitividade de nossas empresas.







## AGRICULTURA

---

A agricultura, no Brasil e no mundo, vem passando por notável transformação nos últimos vinte anos. Ao contrário de previsões feitas no final da década de setenta e início da de oitenta, a agricultura não caminhou para a perda de sua importância econômica e social. Tampouco se realizaram as previsões de que os produtos agrícolas seriam substituídos por processos industriais baseados na química e na biotecnologia. As transformações ocorridas nesses últimos vinte anos prenunciam a constituição de um padrão produtivo e tecnológico extremamente dinâmico para a agricultura.

As funções sociais e econômicas da agricultura são hoje muito mais complexas que aquelas que nortearam as políticas desde a última metade do século passado. A agricultura se diversifica, passa a incorporar cada vez mais inovações de produto e de processo, integra-se com os demais setores da economia e é centro das atenções no comércio internacional, na formulação de políticas ambientais e de sanidade animal e vegetal. Ademais, ela é um dos focos do desenvolvimento das novas tecnologias de base biológica.

Falar hoje em agricultura é tratar de vasto conjunto de atores, intra e intersetoriais. Talvez uma das suas características mais evidentes e mais marcantes, sob o ponto de vista científico e tecnológico, seja a forte articulação com a indústria, com o comércio e, em geral, com o que se convencionou chamar de negócio



agrícola, agronegócios ou *agribusiness*. Dados como a queda da participação da agricultura na renda nacional, tomados setorialmente, são pouco representativos do papel que ela cumpre. No Brasil, o negócio agrícola representa hoje cerca de 25% do PIB. As cadeias produtivas de citros, bovinocultura, avicultura e suinocultura, açúcar e álcool, o complexo da soja, entre outros, são exemplos de organizações produtivas dinâmicas, complexas e fortemente demandantes de conhecimento. Os mercados de produtos agrícolas e agroindustriais estão cada vez mais competitivos, e as novas tecnologias são elementos centrais na busca de competitividade. Não apenas as *commodities*, mas também mercados de produtos e insumos diferenciados têm demanda qualificada por conhecimento de base científica e tecnológica.

Produzir mais, degradando menos e a custos competitivos, gerar capacidade de diferenciação de produtos e de mercados, abrir oportunidades para produtores marginalizados e dar condições de expansão àqueles já inseridos no agronegócio, mas sob risco de exclusão, enfrentar os novos requisitos competitivos de mercados internos e externos, estar atualizado para fazer face aos novos padrões de consumo são desafios que requerem necessariamente a implementação de uma política tecnológica voltada para as atividades ligadas ao agronegócio.

As atribuições que tradicionalmente pesavam sobre a agricultura – de produção barata de alimentos e matérias-primas, de reserva de mão-de-obra para a indústria e de geradora de excedentes para a exportação –, embora ainda existentes, são suplantadas por outras bem mais dinâmicas. Três verificações reforçam esta perspectiva:

- Mudanças nos padrões de consumo alimentar  
Seja pelo processo de urbanização e suas implicações sobre os hábitos alimentares (alimentação fora de casa, maior consumo de alimentos industrializados e/ou preparados, alimentação rápida etc.), seja pela valorização de aspectos qualitativos (como alimentos considerados mais saudáveis, nutricênticos, entre outros);

- Integração às cadeias produtivas

Em parte como decorrência do ponto anterior, e tanto no Brasil como no mundo em geral, impõe-se cada vez mais à agricultura a necessidade de integração às cadeias produtivas, quer com a agroindústria processadora, quer com os grandes distribuidores, particularmente com as megaempresas de distribuição no varejo de produtos e insumos;

- Redução da degradação ambiental e do uso de insumos

Aqui entram a agricultura de precisão, a redução da

**Tabela 9: Participação de Cultivares da Embrapa**

Produtos	Número de Cultivares (1975/98)	% Área 98/99
Arroz	87	53,5
Feijão	23	89,7
Milho	57	15,6
Trigo	72	24,3
Soja	157	53,2

*As pesquisas realizadas pela Embrapa garantiram a produção de cultivares apropriados para as condições agroecológicas das várias regiões brasileiras.*

*Fonte: Embrapa/SNT - Dezembro 2000*

quantidade e da toxicidade de pesticidas, o extrativismo sustentável, a recuperação de áreas degradadas, a menor contaminação de lençóis freáticos; enfim, o uso sustentável de recursos naturais.

Acrescente-se a verdadeira revolução que novas bases de conhecimento no setor agro-silvo-pastoril estão provocando na agricultura, tanto nos fundamentos moleculares e celulares dos seres vivos, quanto na organização, acesso e processamento de informação. O resultado é a mudança radical da base técnica e produtiva da agropecuária, com enormes oportunidades de desenvolvimento.

Se a busca de ganhos de produtividade na agricultura ainda é estímulo importante, o surgimento de novas bases de conhecimento acentua o papel do desenvolvimento científico e tecnológico para o futuro da produção agropecuária e agroindustrial. Não há mais por que restringir o melhoramento genético aos ganhos de produtividade física, nem por que persistir ofertando pacotes tecnológicos homogêneos para condições agroecológicas distintas, ou limitando o espaço econômico da agricultura às *commodities*. Repensar as diretrizes de formação de pessoal, inclusive a revisão curricular e as oportunidades produtivas tornaram-se imperativos estratégicos. Tem-se pela frente formidável esforço de planejamento, de gestão e de reorganização da pesquisa e da inovação na agricultura e, por que não dizer, no negócio agrícola.

Países como o Brasil, que apresentam agriculturas com forte grau de heterogeneidade, onde convivem situações que vão da miséria até a completa integração aos mercados e ao uso sistemático de alta tecnologia, oferecem duplo desafio: aproveitar as oportunidades da nova base de conhecimento e ampliar a produtividade e as condições de competitividade

de produtos de base tradicionais (*commodities*).

A heterogeneidade dos tipos de produtores também é elemento que pesa nessa situação. A produção familiar no total da agricultura brasileira corresponde a 85% dos estabelecimentos agrícolas, ocupando área de cerca de 108 milhões de ha (equivalentes a 30% da área agrícola total) e respondendo por 38% do Valor Bruto da Produção (VBP). Já a produção comercial representa 11,4% dos estabelecimentos (equivalentes a 68% da área total e a 61% do VBP - Tabela 10). As heterogeneidades que esses números revelam serão ainda maiores, se esses produtores forem divididos em diferentes estratos, segundo os níveis de renda e de capitalização. Assim, encontram-se na agricultura brasileira grupos de agricultores familiares com condições de inserção econômica muito diferenciadas: enquanto os mais capitalizados obtêm, por ano, uma renda total média de R\$15.986,00, os menos capitalizados têm apenas R\$98,00.

Esta breve apreciação sobre a estrutura de produção agrícola no Brasil reforça a visão da complexidade dos desafios com que se defrontam CT&I no que diz respeito à agricultura brasileira. Aproveitar as oportunidades abertas pelo novo conhecimento, ser mais competitivo, reduzir desigualdades entre produtores, entre níveis de produtividade e entre regiões, reduzir o impacto ambiental é o que levará a solução do mesmo problema.

Os desafios estratégicos de CT&I apresentados pela agricultura e pelo agronegócio podem ser tratados sob a óptica dos seguintes temas:

- Biologia Molecular
- Genes passaram a ter alto valor agregado e repre-



**Tabela 10: Brasil - Estab., Área, Valor Bruto da Produção (VBP) e Financiamento Total (FT)**

CATEGORIAS	Estab. Total	% Estab. s/ total	Área Total (mil ha)	% Área s/ total	VBP (mil R\$)	% VBP s/ total	FT (mil R\$)	% FT s/ total
Familiar	4.139.369	85,2	107.768	30,5	18.117.725	37,9	937.828	25,3
Patronal	554.501	11,4	240.042	67,9	29.139.850	61,0	2.735.276	73,8
Inst. Pia. Relig.	7.143	0,2	263	0,1	72.327	0,1	2.716	0,1
Entid. Pública	158.719	3,2	5.530	1,5	465.608	1,0	31.280	0,8
Não identificado	132	0,0	8	0,0	959	0,0	12	0,0
<b>Total</b>	<b>4.859.864</b>	<b>100,0</b>	<b>353.611</b>	<b>100,0</b>	<b>47.796.469</b>	<b>100,0</b>	<b>3.707.112</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Guanzolin et al. (2000). Dados do Censo Agropecuário 1995/96 - IBGE.

sentam o principal insumo da biotecnologia moderna. Cabe identificar os genes e suas funções para desenvolver aplicações aos problemas de produção, sustentabilidade e competitividade do agronegócio.

Essa é uma ação necessariamente coletiva que envolve a criação de redes de atores públicos e privados e mobiliza recursos de universidades nacionais e internacionais, institutos públicos e privados, atores governamentais vinculados aos ministérios da Agricultura, da Ciência e Tecnologia, do Meio Ambiente e de órgãos reguladores, financiadores e de fomento. É preciso construir plataformas integradas e transdisciplinares nas áreas de genoma funcional e bioinformática, associadas a pesquisas em recursos genéticos, em melhoramento por genética clássica, biotecnologia, entre outras, que possam constituir núcleos de aplicação dos conhecimentos e produtos gerados, bem como gerar impactos sobre o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

- Tecnologias de Base Biológica

O avanço que está ocorrendo nas ciências biológicas tem permitido que tecnologias químicas sejam substituídas por soluções que têm como base os conhecimentos da biologia. Não é possível, ainda, dimensionar o escopo, a abrangência e a velocidade dessa mudança. Todavia, considerando os atuais acordos geo-

políticos e comerciais e as reformas nos aparatos legais e institucionais de C&T, é possível afirmar que os países que não acompanharem a cadência dessa mudança perderão mercados para seus produtos e verão reduzida a oferta de empregos para seus cidadãos.

Progressos já foram feitos na área de insumos para a produção primária. São exemplos de êxito a utilização da fixação biológica de nitrogênio em substituição ao uso de fertilizantes químicos nitrogenados e algumas tecnologias para controle integrado de pragas e doenças. Resta, porém, amplo espectro de áreas que estão demandando conhecimentos e tecnologias. Um desses exemplos está na qualidade dos solos tropicais e na produção de “produtos orgânicos”: como substituir eficientemente as atuais soluções técnicas para corrigir as diferentes carências desses solos tropicais?

Os serviços e a indústria demandam soluções tecnológicas competitivas, de base biológica, para embalagens, como, por exemplo, a possibilidade do uso de derivados da mandioca para substituição de isolantes térmicos atuais. Na mesma linha está a utilização de biomassa em soluções eficientes para a mudança da matriz energética brasileira. Em todos os casos que envolvem mudanças no processo industrial, o investimento em C&T pode ser extremamente alto para pequenas e médias empresas, razão

pela qual é necessária intensa troca de informações entre pesquisadores do processo industrial e pesquisadores da área biológica, o que indica que novos arranjos institucionais em C&T precisam ser desenhados e implementados.

- Sanidade Animal

A abertura dos mercados brasileiros à concorrência externa, aliada à participação do Brasil no Mercosul, está, há cerca de uma década, pressionando a cadeia de carnes, especialmente a bovina, para que obtenha ganhos em competitividade e mantenha sua participação nos mercados interno e externo.

Mais recentemente, o surgimento na Europa da encefalopatia espongiforme bovina (BSE) – doença da vaca louca –, cuja origem está associada às práticas de alimentação com proteína animal adotadas nos seus sistemas de produção, aliado ao pânico provocado junto aos consumidores europeus, abriu grandes oportunidades para que a cadeia nacional de produção de carne bovina capitalize o grau de competitividade anteriormente obtido, avance nesse caminho e consolide a posição do País como grande fornecedor do mercado externo. Os sistemas de produção aqui utilizados, baseados na criação a pasto e no uso relativamente pouco intensivo de agroquímicos, inspiram mais confiança nos consumidores. Um conjunto adequado de ações mercadológicas, gerenciais e técnico-científicas, nos próximos anos, pode transformar o Brasil em um dos maiores protagonistas no mercado mundial de carnes bovinas.

- Agricultura, Saúde e Nutrição

A mudança ocorrida na pirâmide etária da população e o aumento de doenças crônico-degenerativas e de doenças relacionadas com os processos de urbanização e industrialização estão demandando produtos

primários com condições mínimas de qualidade para serem usados como ingredientes de dietas específicas. Em muitos desses casos, o foco do comércio passa dos produtos para os seus componentes. Tem-se, como exemplo, o setor de produtos lácteos, no qual a tendência está no crescimento do comércio de componentes do leite, como a lactose e outros, em detrimento do comércio do produto leite. A importância da qualidade final do produto é tão grande, que países que não atentarem para essa exigência poderão chegar ao paradoxo de terem excesso de produção primária, de qualidade inferior, e de serem grandes importadores de componentes desses produtos primários. As atuais linhas de P&D precisam ser redirecionadas, incorporando novos indicadores de qualidade.

- Acesso à Informação

O acesso à informação e ao conhecimento é a variável de maior poder de exclusão ou inclusão dos indivíduos

no processo político e econômico. Assegurar que os residentes no meio rural tenham acesso à informação e ao conhecimento é evitar que, como ocorreu no tempo da escravidão, seja criada, no campo, nesta década, uma subclasse de brasileiros (Quadro 13).

- Competitividade em Agricultura Tropical

As variáveis que estão moldando as sociedades, especialmente os avanços da área científica, dos meios de comunicação e de transporte, estão levando ao acirramento da concorrência entre países, não mais no volume da produção em si, mas no controle do conhecimento e geração de tecnologias. Dadas as características dos nossos ecossistemas e da nossa capacidade técnica, o Brasil tem condições de ser líder em tecnologia para agricultura tropical. Porém, há necessidade de se definir com precisão qual é exatamente o nicho de conhecimentos e tecnologias que queremos dominar.

### **Quadro 13** **Tecnologia para os Agricultores Familiares**

O universo dos agricultores familiares é extremamente diversificado, seja em relação às condições socioeconômicas das famílias, seja entre as regiões do País. Ainda assim, a maioria desses produtores enfrenta duas restrições básicas comuns que reduzem seu potencial de desenvolvimento: a disponibilidade de terra e capital, de um lado, e de mão-de-obra familiar, de outro. Tais restrições podem ser superadas por meio de arranjos tecnológicos e institucionais adequados. A experiência revela que esses produtores têm elevada aversão ao risco, em geral alto na atividade agropecuária devido às flutuações dos mercados e da natureza. Essa aversão, junto com a restrição estrutural de terra e capital, leva-os a adotar uma estratégia específica de produção econômica e reprodução social, a qual se manifesta em sistemas de produção diversificados e baseados na utilização mais intensiva de fatores e insumos disponíveis na unidade de produção.

A viabilidade dos produtores familiares, hoje e muito mais ainda no futuro, depende fundamentalmente da possibilidade de elevar a produtividade, de reduzir as restrições acima mencionadas e concretizar as vantagens competitivas potenciais associadas à utilização da mão-de-obra familiar e à gestão integrada da unidade produtiva.

Nem sempre, contudo, as tecnologias e inovações produzidas atendem às necessidades e interesses dos agricultores familiares.

Daí deriva uma vasta linha de ação para CT&I, que envolve pesquisas científicas que levem em conta as particularidades dos produtores familiares e que sejam orientadas para melhorar o rendimento dos principais sistemas produtivos utilizados por esses produtores.

A pauta de pesquisas e estudos engloba um conjunto de temas, desde o aumento da eficiência econômica do uso dos fatores terra e trabalho em ambiente de agricultura familiar, redução de risco econômico e natural, elevação das sinergias entre os vários subsistemas utilizados, conservação e recuperação dos recursos naturais, técnicas de pré-processamento rural e de conservação e assim por diante.

O desenvolvimento de tecnologias para produtores familiares também deveria ser incentivado. É certo que a maior restrição nesse campo é de natureza econômica e institucional, e não de natureza tecnológica. Ainda assim, o desenvolvimento de equipamentos adequados – em escala, funcionalidade e custos – às necessidades e especificidades dos produtores familiares, associado a ações para viabilizar sua adoção, poderia ter significativo impacto sobre a produtividade e rendimento direto de milhões de produtores, beneficiando toda a comunidade.

- Informação e Apoio à Decisão

Tão importante quanto o processo produtivo em si (como produzir), é a decisão do que produzir e para quem produzir. O conhecimento sobre as características dos mercados existentes, tais como preferências e costumes dos consumidores, é de crucial importância para a competitividade do agronegócio. Todavia, os custos envolvidos no levantamento e na análise dessas informações são em geral incompatíveis com o tamanho das empresas do agronegócio nacional. Assim, arranjos institucionais precisam ser implementados para levantar, analisar e disponibilizar essas informações.

- Mudanças Ambientais e o Agronegócio

A elucidação dos impactos das mudanças ambientais globais sobre o agronegócio brasileiro, o desenvolvimento de modelos tecnológicos para adaptação aos fenômenos, bem como medidas de mitigação relacionados com as tecnologias de produção, constituem metas imperativas para o futuro da agricultura e do agronegócio.

- Agricultura Orgânica

O binômio saúde/alimentação, aliado à forte conscientização pela sociedade da necessidade de se preservar o ambiente, vem despertando o interesse do consumidor por alimentos mais saudáveis, produzidos por técnicas agronômicas de baixo impacto ambiental. Por responder a esses anseios, a agricultura orgânica apresenta-se em ampla expansão, oferecendo condições de sustentabilidade, preservação dos recursos naturais e, em sistemas mais avançados, produção de alimentos com certificação de origem. O consumo de produtos orgânicos apresenta uma tendência de crescimento na atualidade e, nos países industrializados, deve passar do atual patamar de 1% a 2% de participação no total de vendas de alimentos, para cerca de 10%, até o ano 2005. Em decorrência da baixa dependência de insumos externos – pelo aumento de valor agregado ao produto, com conseqüente aumento de renda para o agricultor, e por propiciar a conservação dos recursos naturais –, a agricultura orgânica apresenta-se como mercado inovador e atrativo. Cria oportunidades, principalmente,

#### **Quadro 14** **Plantio direto**

Plantio Direto, técnica de manejo do solo desenvolvida pela Embrapa, consiste de um conjunto de técnicas de preparo do solo cuja principal característica é evitar os impactos negativos das operações tradicionais de aração e gradação. Trata-se de, ao mesmo tempo, adaptar o preparo do solo às condições edafo-climáticas dos trópicos quanto de aproveitar ao máximo a matéria orgânica resultante do plantio do ciclo produtivo imediatamente anterior. Para isso, utiliza-se de herbicidas dissecentes, e de equipamentos desenvolvidos para, ao mesmo tempo, incorporar a matéria orgânica seca e proceder a etapa de adubação de plantio e a semeadura (ou do plantio de mudas).

Os benefícios estão associados ao aumento de produtividade devido aos impactos favoráveis sobre as características físicas e conservação do solo em situações de cultivo intensivo. A técnica, introduzida nos anos setenta pela Embrapa, difundiu-se rapidamente desde a década de oitenta. Estima-se que a área com plantio direto tenha passado de 1 milhão de hectares em 1990 para 12 milhões em

2000. Seus principais benefícios são:

- econômicos: redução em 60% no uso de combustíveis fósseis; maior flexibilidade nas operações de manejo, sobretudo no plantio, ampliando as possibilidades em relação às operações tradicionais e reduzindo o risco produtivo do agricultor.

- ambientais: redução das perdas de solo por erosão da ordem de 90%, que representa mais de 100 milhões de toneladas de terra fértil preservadas por ano, evitando o assoreamento de cursos d'água, lagoas e barragens, melhorando a qualidade e a disponibilidade e reduzindo o nível de enchentes.

- econômico e ambientais de longo prazo: absorção de 76 milhões de toneladas de carbono atmosférico por cada 1% de incremento no teor de matéria orgânica na camada superficial do solo. Considerando-se os 10 milhões de hectares cultivados sob plantio direto são 7,6 toneladas por hectare em termos de sequestro de carbono.



para pequenos e médios produtores, inclusive comunidades de agricultores familiares e vários outros segmentos da cadeia produtiva, o que pode auxiliar o desenvolvimento das áreas rurais próximas aos grandes centros urbanos e aos corredores de exportação.

Apesar desse grande potencial, a agricultura orgânica, em diversas partes do mundo, está sendo desenvolvida em bases ainda empíricas, não científicas, o que tem levado a uma série de problemas, inclusive, em muitos casos, baixa credibilidade dos processos de produção e de certificação dos produtos.

- Agricultura de Precisão

No Brasil, as técnicas de agricultura de precisão começam a se tornar importante ferramenta para o gerenciamento de sistemas de produção, que buscam a redução de impactos nocivos de práticas agrícolas sobre o meio ambiente, enquanto melhoram produtividade de sistemas de produção em aspectos qua-

litativos e quantitativos. A agricultura de precisão oferece novas e revolucionárias oportunidades de aplicação de inovações no campo da automação, instrumentação, sensoriamento remoto e tecnologia da informação, para o aprimoramento dos sistemas de produção agropecuária. O foco da nova revolução em agricultura de precisão está na aplicação do conceito de “manejo sítio-específico”, cujo principal objetivo é a identificação de variabilidade espacial e temporal em campos de produção e o desenvolvimento de práticas de manejo que permitam melhor gerenciamento dos processos de produção à luz da variabilidade detectada. Assim, os sistemas tradicionais podem ser substituídos por estratégias econômicas e ecologicamente mais saudáveis e eficientes. A pesquisa, assistência técnica, agricultores, iniciativa privada, fabricantes de equipamentos, associações, cooperativas e governo têm papel fundamental nesse processo.

### Quadro 15 Zoneamento Agroecológico

O zoneamento agroecológico feito pela Embrapa cobre hoje 20 estados, mais de 3200 municípios e sete produtos (algodão, arroz, milho, soja, feijão, trigo e maçã). O zoneamento identifica as aptidões agrícolas de cada região e recomenda um pacote tecnológico para minimizar o risco para os agricultores, maximizar o rendimento dos cultivos e proteger o meio ambiente. A adoção do zoneamento e das recomendações técnicas já teve impactos econômicos consideráveis, tanto para os agricultores que pagam um prêmio mais baixo pelo seguro agropecuário, como para o Programa, que passou de um déficit superior a US\$150 milhões para um superávit (Tabela 11).

**Tabela 11: Zoneamento Agroecológico.**  
**Taxa do Prêmio de Seguro (%) - com e sem Zoneamento Agroecológico.**

Cultivo	Sem	Com	Zoneamento + Pacote
Arroz e Feijão	11,7	6,7	5,7
Trigo	-	5,0	4,0
Milho/ Soja	6,9	3,9	2,9

*Pagamento de Seguro Agrícola (Sem zoneamento = US\$ 150 milhões/ano, com zoneamento = superávit).  
Fonte: Embrapa.*

## PLANTAS TRANSGÊNICAS

---

A tecnologia de organismos transgênicos, os chamados organismos geneticamente modificados, é uma decorrência do progresso científico das últimas décadas na compreensão do fenômeno da vida. Fortemente carregada por considerações éticas, morais e religiosas, a discussão sobre organismos transgênicos transcende os limites dos laboratórios, na medida em que suas aplicações práticas, seja na produção de alimentos, seja na produção de insumos para a indústria farmacêutica, ou, no limite, na criação de novas formas de vida, tornaram-se realidade pela primeira vez na história do homem. O conhecimento, na civilização ocidental até agora, tem-se mostrado uma força irresistível. Alguém, em algum lugar do mundo, conseguirá, mais cedo ou mais tarde, explorar suas conseqüências para o bem ou para o mal. Não há solução simplista para isto. O debate esclarecido dessas questões cruciais para o futuro da humanidade, em uma sociedade democrática, requer uma população cientificamente “alfabetizada”, que possa, ao menos, acompanhar os argumentos, formar sua própria opinião e decidir com maior conhecimento de causa.

Plantas transgênicas com características importantes, tais como a resistência contra pragas, são necessárias onde falta resistência inerente nas espécies locais. Há pesquisa avançada no desenvolvimento de resistência contra doenças causadas por vírus, bactérias e fungos; modificações na arquitetura da planta



(exemplo: altura) e desenvolvimento (por exemplo: florescimento rápido ou tardio, ou produção das sementes); tolerância a pressões abióticas (por exemplo: salinidade e seca); produção de bens químicos industriais (recursos renováveis baseados em plantas); o uso de biomassa de plantas transgênicas para combustível.

A manipulação genética de plantas e microorganismos pode ser orientada para um conjunto de objetivos não excludentes, entre os quais a elevação da produtividade agropecuária, a redução de custos de produção e uso mais eficiente e sustentável dos recursos naturais, a redução de carências nutricionais, preservação da biodiversidade e recomposição de ambientes degradados. Alimentos produzidos por meio de tecnologia de modificação genética podem ser mais nutritivos, estáveis quando armazenados e, em princípio, podem ser benéficos à saúde dos consumidores, tanto em nações industrializadas, quanto em nações em desenvolvimento.

No Brasil, uma experiência de inserção de gene da castanha em feijão para melhoria do teor de aminoácidos essenciais foi iniciada ainda nos anos oitenta. Hoje, multiplicam-se as iniciativas nesse sentido, utilizando plantas de cultivo globalizado, como o arroz, e cultivos mais identificados com países e regiões, como o feijão.

Esforços do setor público poderão ser necessários para estimular plantações de transgênicos que beneficiem agricultores pobres, reduzindo suas desvantagens de escala, potencializando suas vantagens competitivas e melhorando tanto sua capacidade de produção, como de gerar renda e adquirir alimentos no mercado. Esforços de cooperação entre os setores privado e público serão necessários para desenvolver

novas sementes transgênicas que beneficiem pequenos produtores e consumidores. Um ponto a ser lembrado é que a atuação das empresas estrangeiras líderes do setor de sementes não se pauta necessariamente pelo interesse social, mas é determinada por suas estratégias de negócio.

É necessário adotar medidas rigorosas para investigar os efeitos potenciais sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana – sejam estes positivos ou negativos – em aplicações específicas de tecnologias de manipulação genética. Tais esforços devem ser avaliados tomando-se como referência os efeitos de tecnologias convencionais da agricultura, que estão atualmente em uso – critério, aliás, empregado nas avaliações e manejos de risco conduzidos pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada ao MCT.

Sistemas reguladores de saúde pública devem ser mobilizados para identificar e monitorar quaisquer efeitos potencialmente adversos, que podem surgir do consumo de plantas transgênicas, assim como para quaisquer outras novas variedades.

Empresas privadas e instituições de pesquisa devem compartilhar a tecnologia de modificação genética, que atualmente está sujeita a acordos de licenças e patentes muito restritivos. Adicionalmente, isenções especiais deverão ser dadas aos agricultores de baixa renda para protegê-los de restrições que prejudiquem o desenvolvimento das suas plantações.