

---

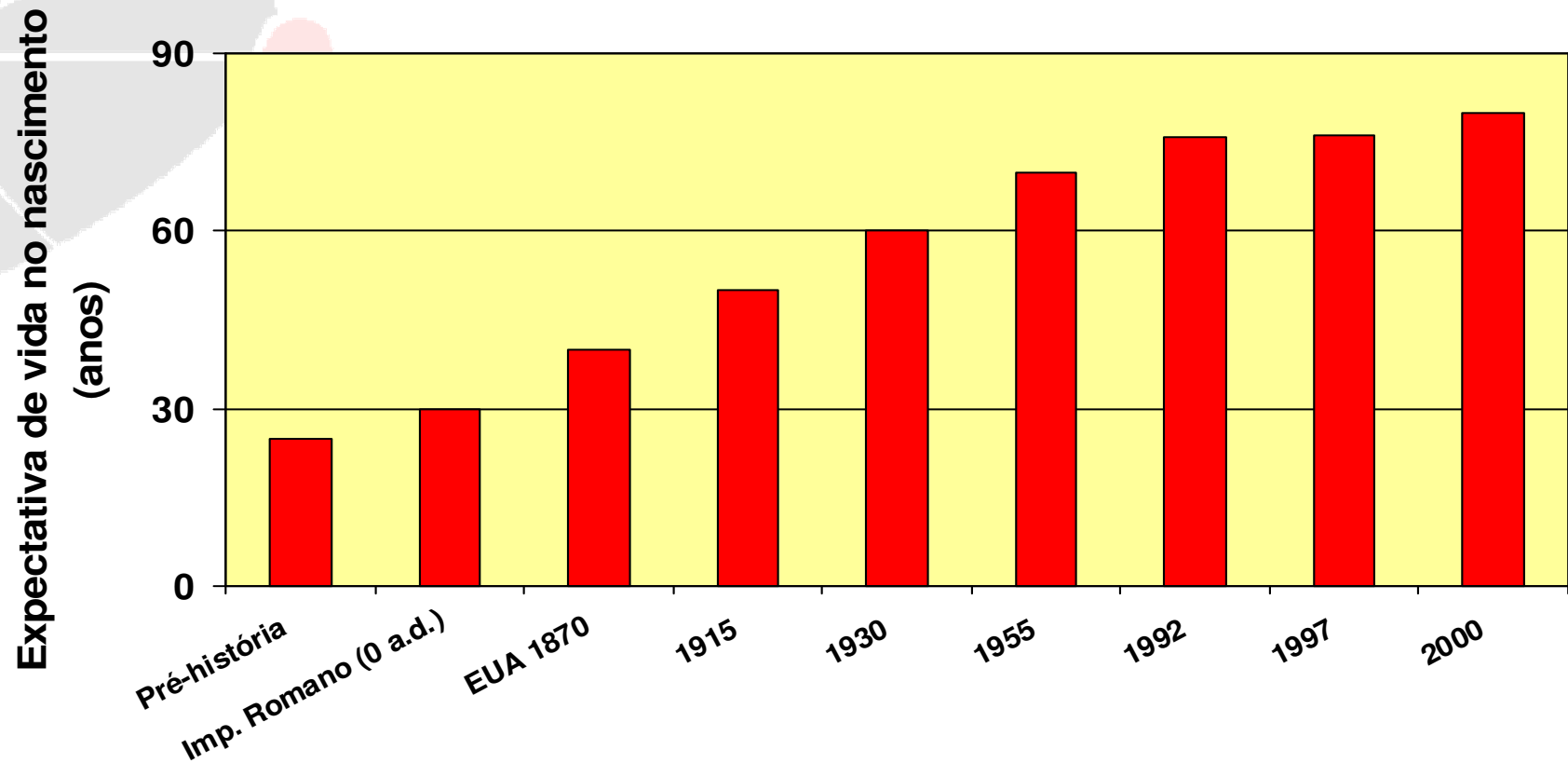
# ***Conhecimento no mundo moderno e no Brasil***

Carlos H. de Brito Cruz

Reitor, Unicamp

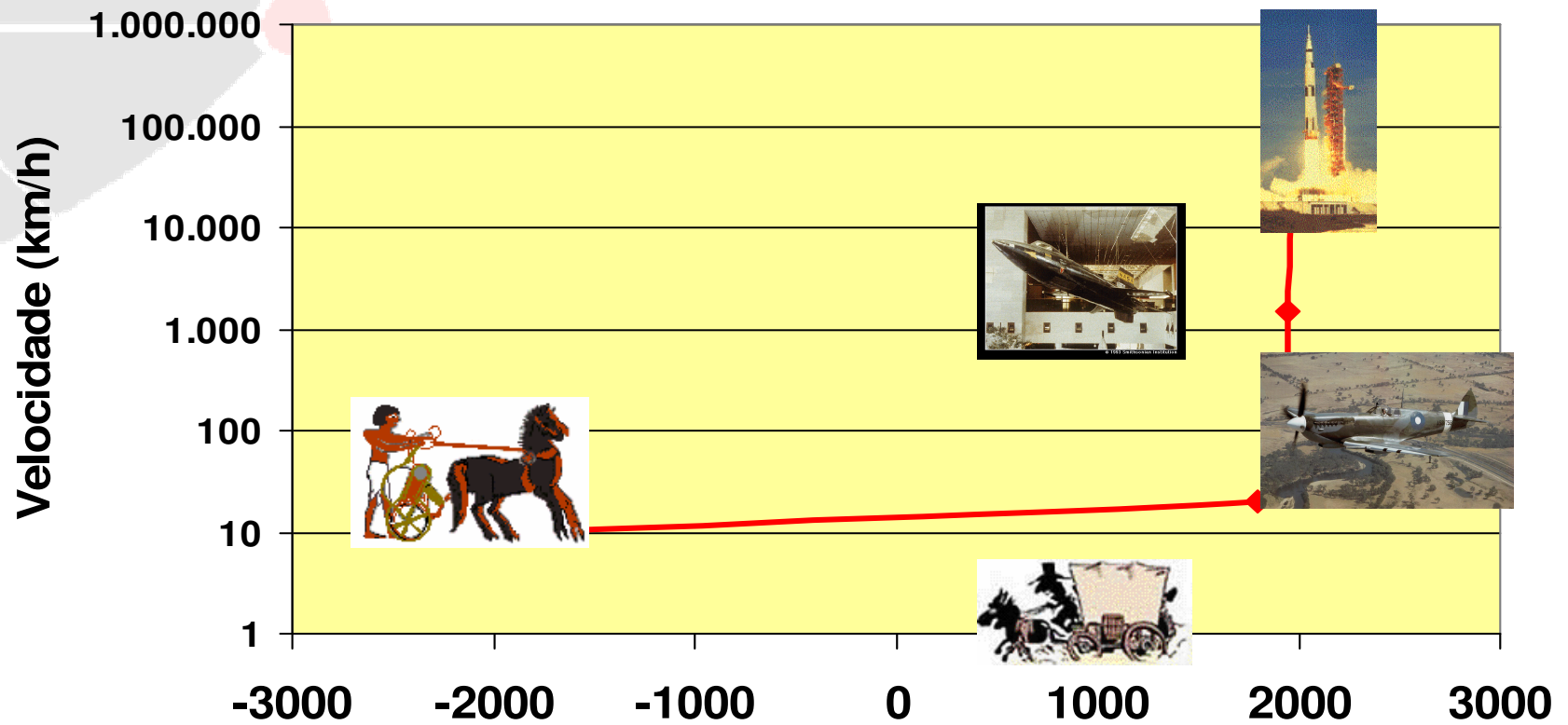
<http://www.ifi.unicamp.br/~brito/>

# *Expectativa de vida no nascimento*

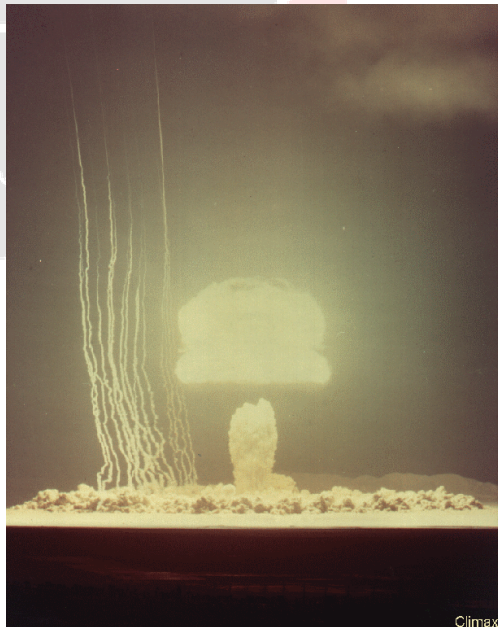


Fonte: <http://www.grg.org/>

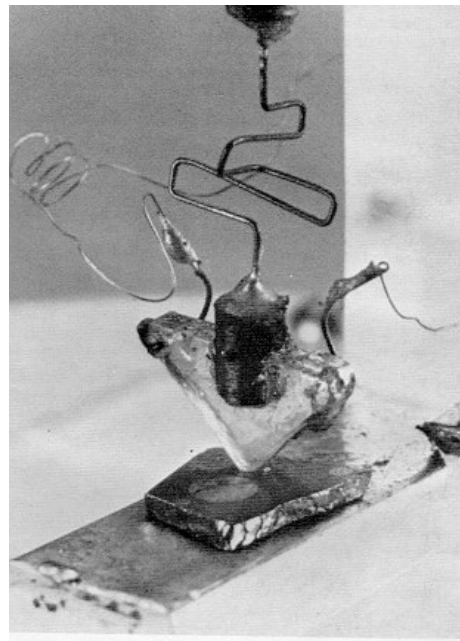
# Velocidade máxima



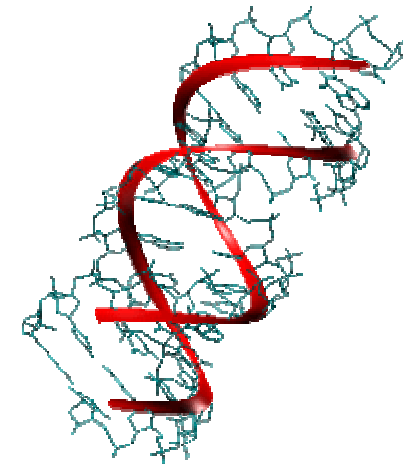
# *Ciência mudou o mundo*



**Energia nuclear**  
política, medicina, agricultura



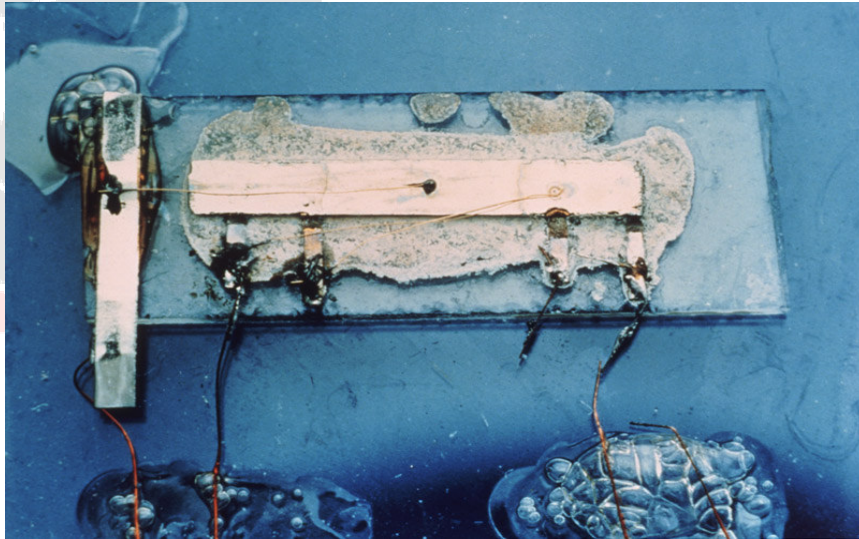
**Transistor**  
microcircuitos, computadores,  
Internet, Web



**DNA**  
medicina, biotecnologia

# *Circuito Integrado*

## *Jack Kilby, 1958*



Circuito Integrado, 1958  
Pat 3.138.743

Calculadora, 1967  
Pat 3.819.921





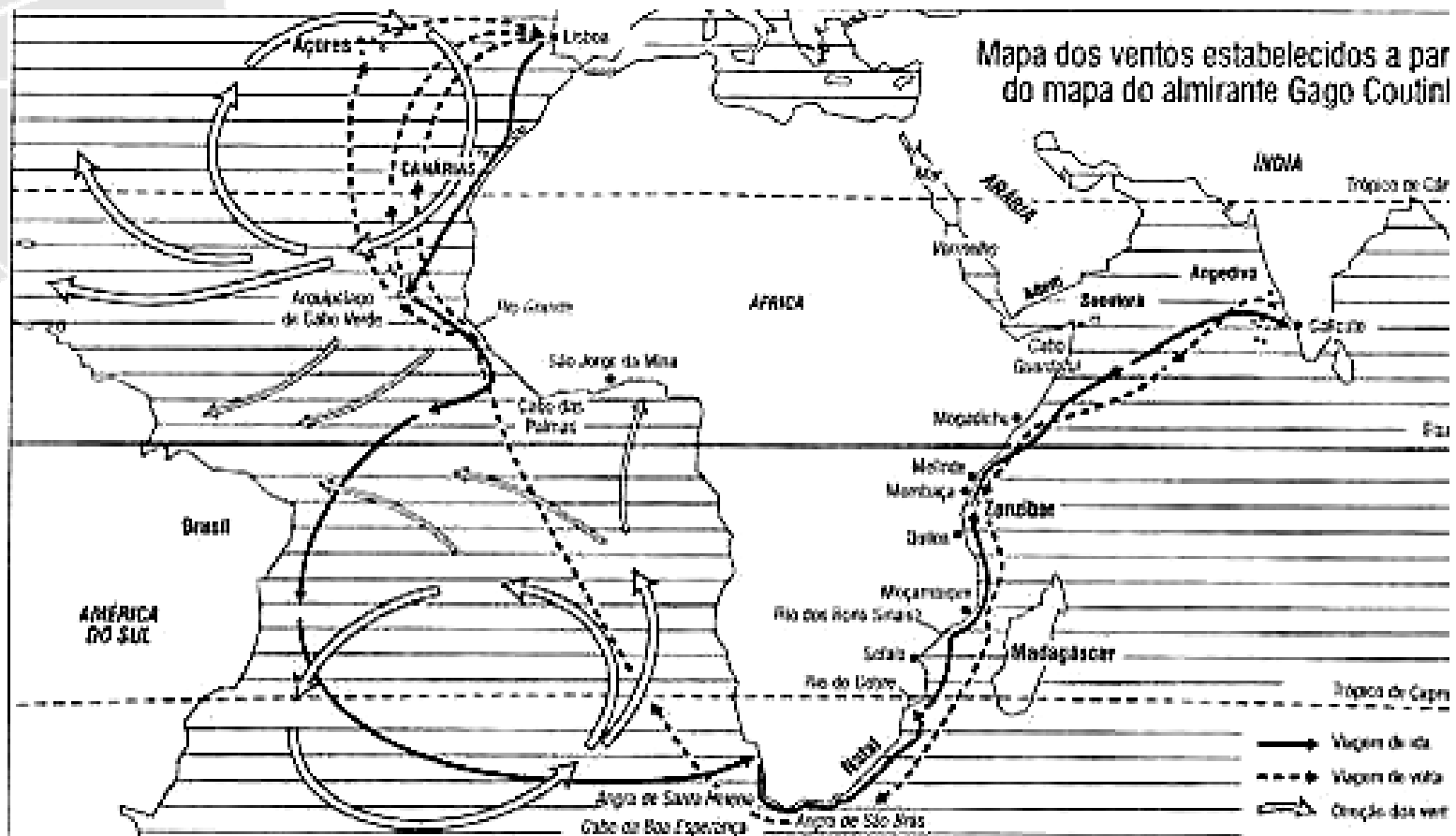
# Porque este homem está rindo?



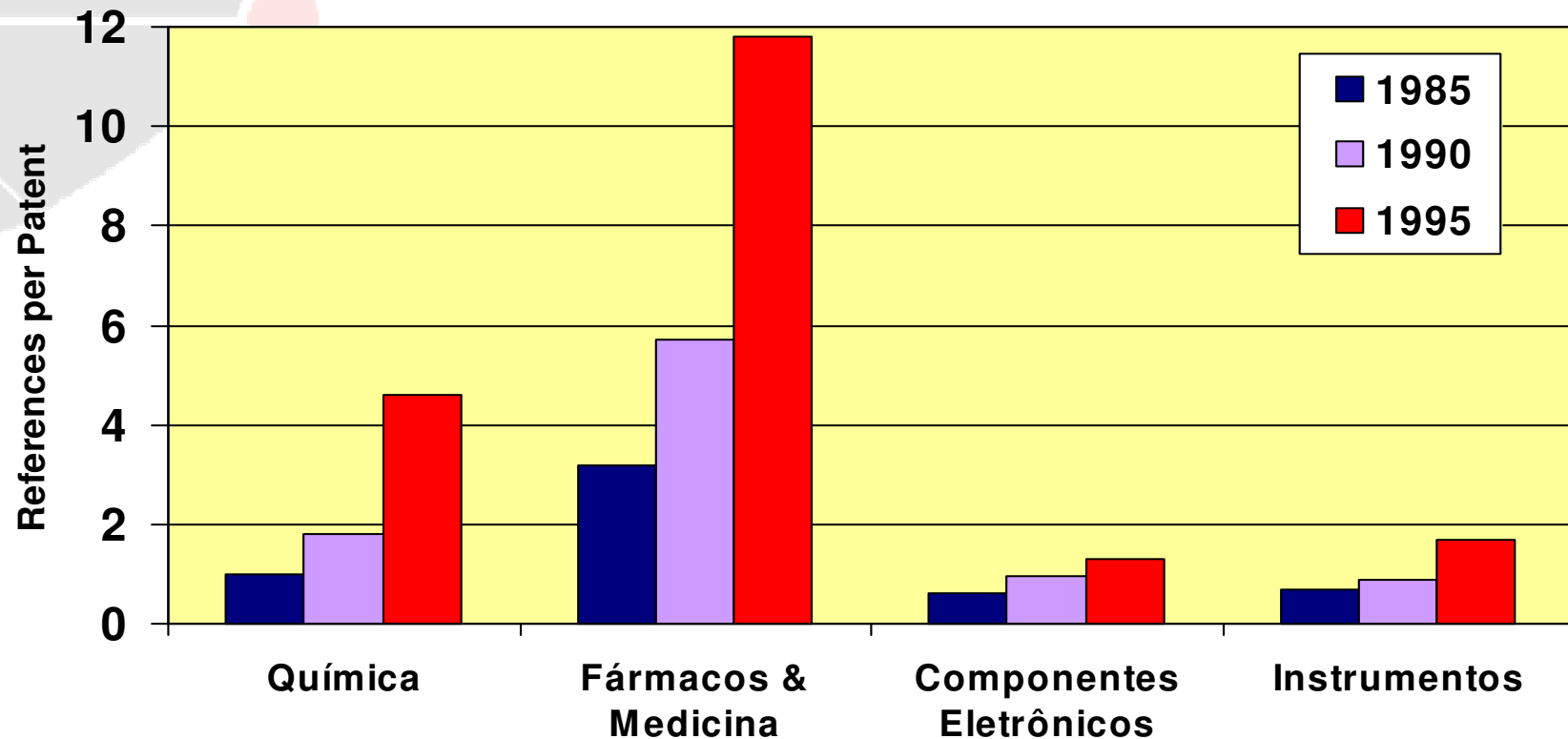
O presidente do Federal Reserve (Fed, o banco central dos Estados Unidos), Alan Greenspan, elogiou ontem os **avanços tecnológicos** dos últimos anos, que permitiram às indústrias norte-americanas operar com maior produtividade, contribuindo para a "maior prosperidade já experimentada pelo mundo". (O Estado de S. Paulo, 9/9/99)

(<http://www.bog.frb.fed.us/boarddocs/speeches/1999/19990908.htm>)

# Navegações: Conhecimento e Segredo do Negócio



# *Ciência: cada vez mais o fundamento da Tecnologia*



Narin at al., Res.Policy 26, 317-330 (1997)





# ***Pesquisa na Universidade e na Empresa***

---

## ■ Universidade

- Educação
- Avanço das fronteiras do conhecimento humano

## ■ Empresa

- Pesquisa aplicada a seus objetivos
- Inovação tecnológica

## ■ EUA, 2001

- Pesquisa em universidades: US\$ 27 bilhões
- Pesquisa em empresas: US\$ 187 bilhões



# ***Conhecimento cria riqueza no Brasil***

---

- Jato EMB 145: Engenharia da Embraer
- Embrapa
- Petrobrás
- Central Telefônica Trópico - CPqD, Telebrás
- Fibras Ópticas no Brasil
- Projeto Genoma Fapesp em SP

# ***EMB145: jato de 50 lugares***



1º item na pauta de exportações brasileira  
US\$ 2 bilhões em 2000

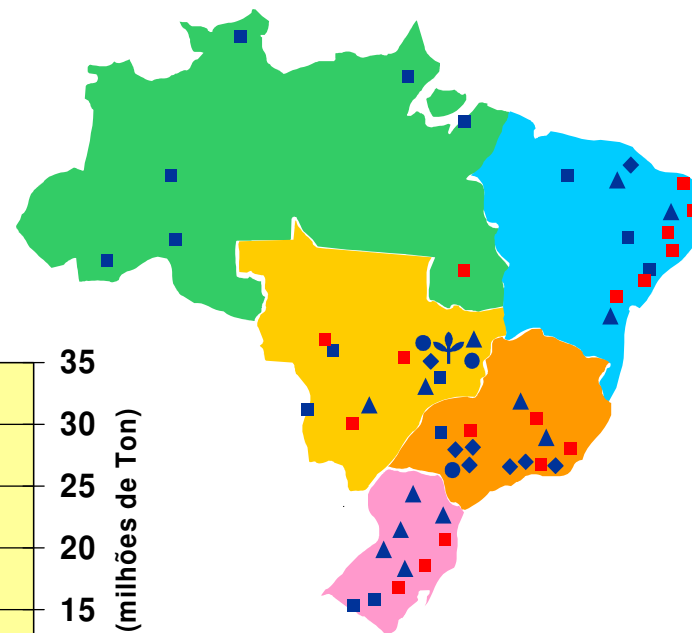
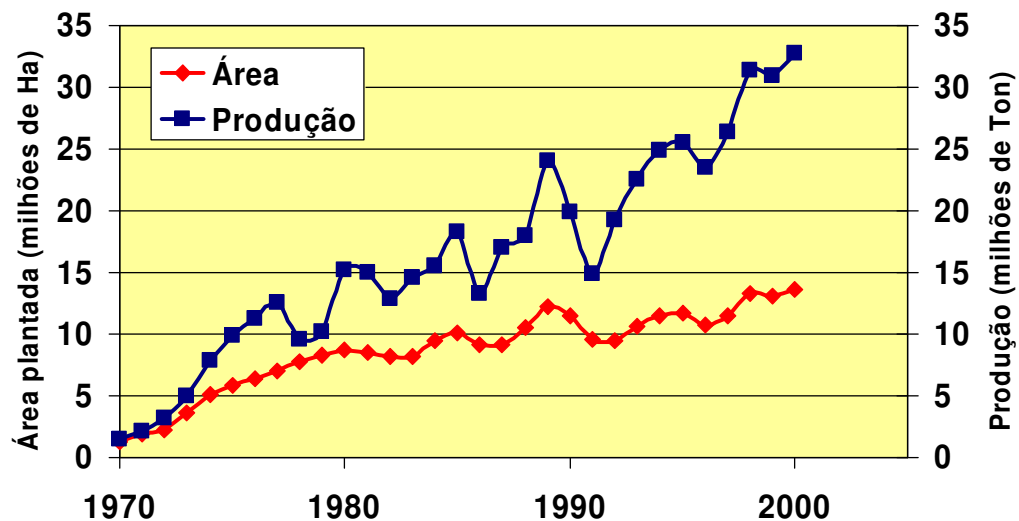
# Embrapa: pesquisa agropecuária

## Soja e derivados

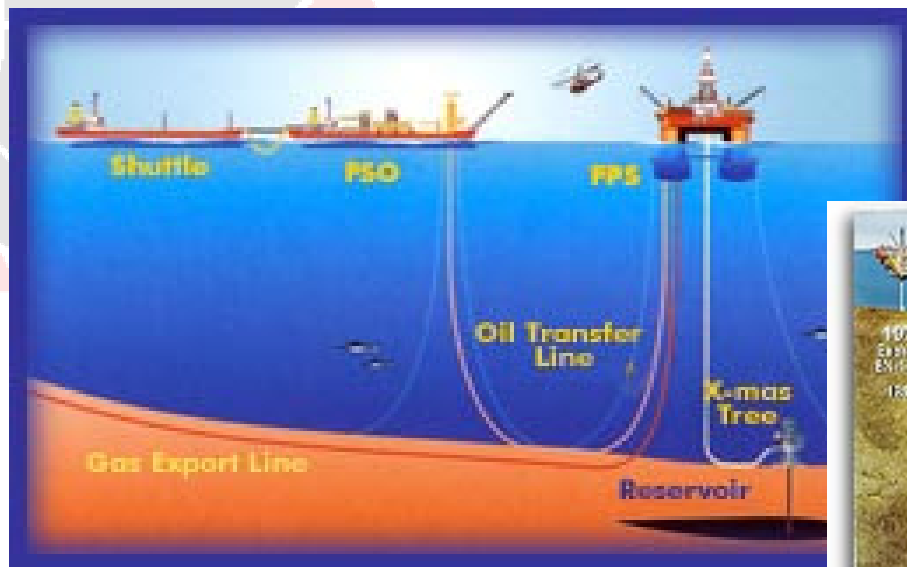
US\$ 3 bilhões em 2000

2º produtor mundial

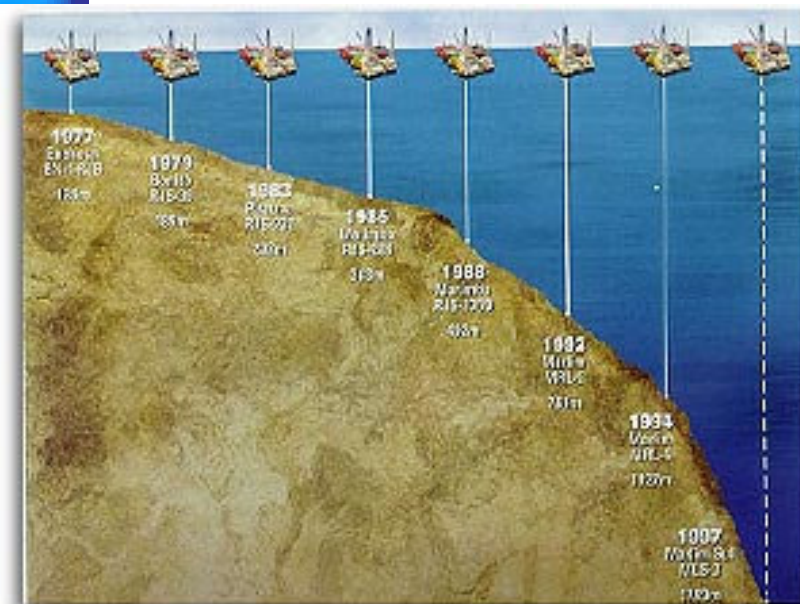
Maior produtividade do mundo



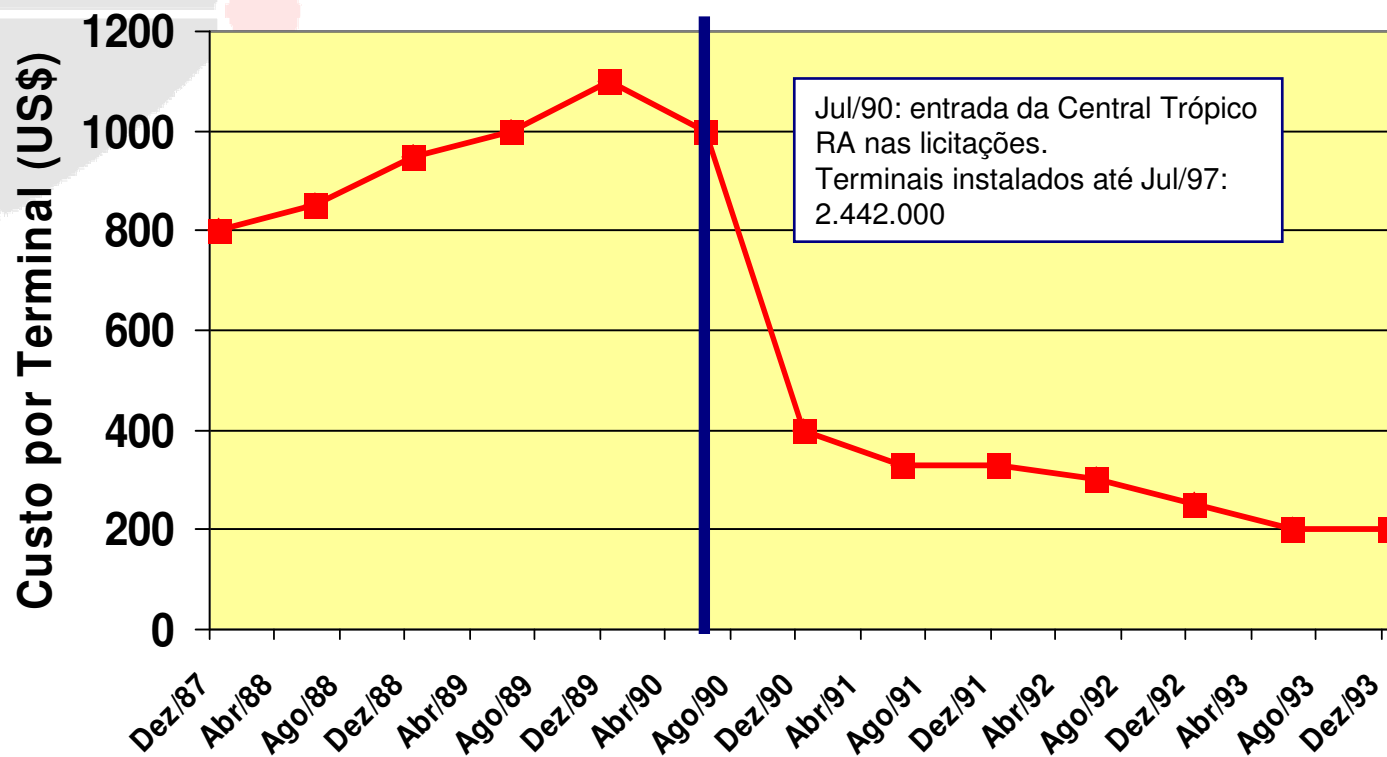
# Petrobrás: extração em águas profundas



Marlim Sul 3B – 1.709 m



# Custo Por Terminal Telefônico





# *Unicamp e Empresas Comunicações ópticas no Brasil*

1971: pesquisa em Comunicações Ópticas começa na Unicamp: prof. J.E. Ripper

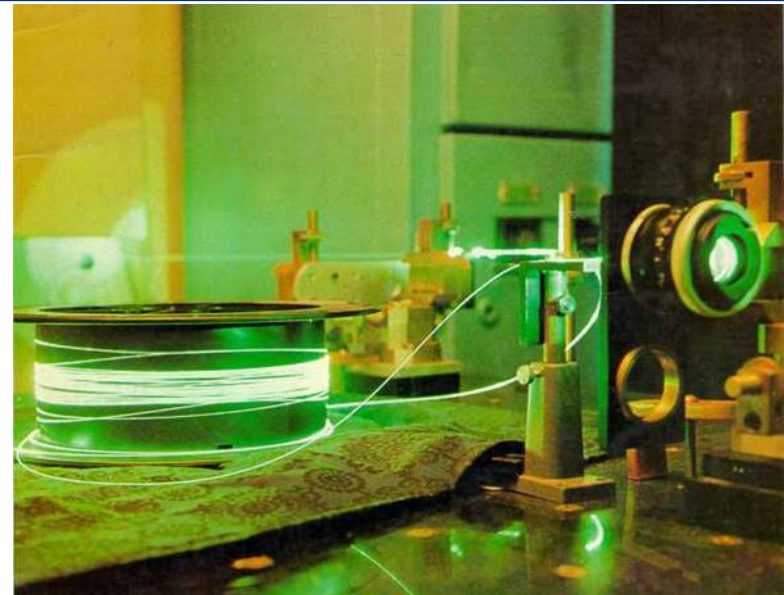
1973: contrato Unicamp-Telebrás: Estudo de Sistemas de Comunicações Ópticas

1976: Centro de P&D Telebrás

1982: ABC Xtal (agora XTal FCore)

1986: AsGa Microeletrônica

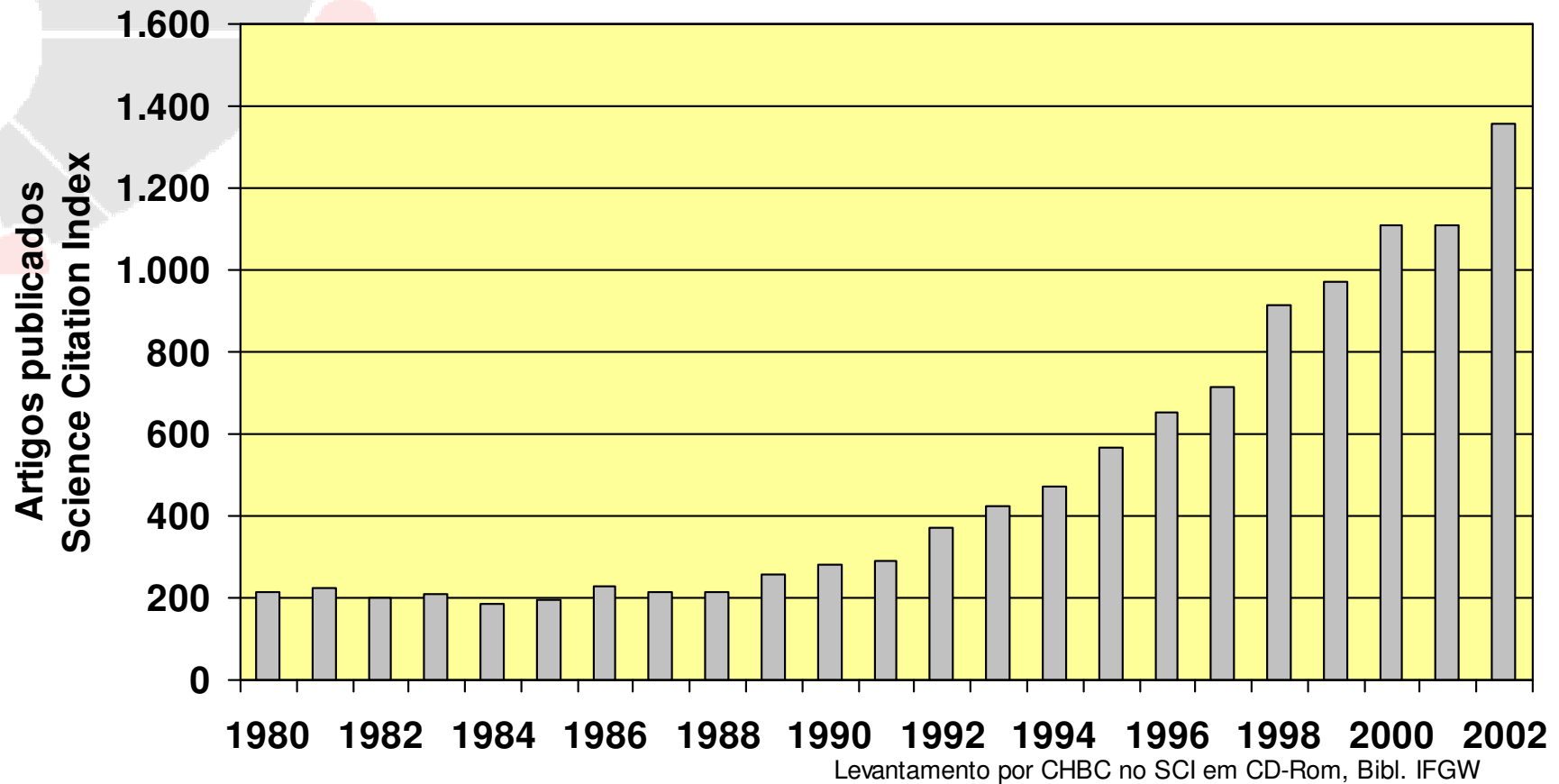
2000: Centro de Pq em Óptica e Fotônica; + 10 companies



Today: the spin-off companies born from the Physics Institute at Unicamp have revenues in excess to US\$ PPP 300 million

# *Avanço do conhecimento*

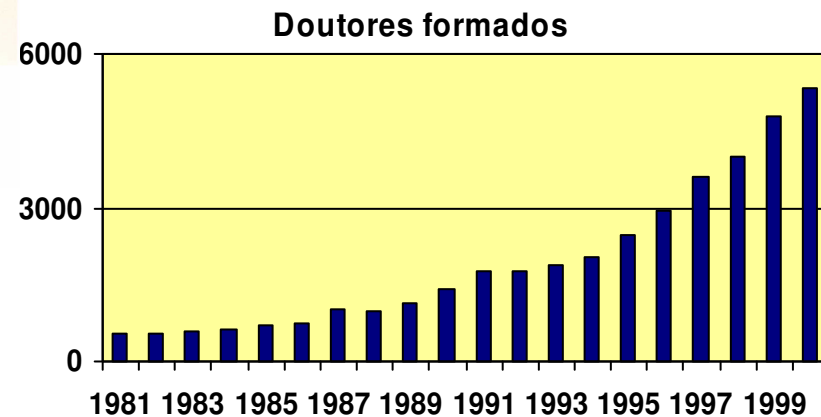
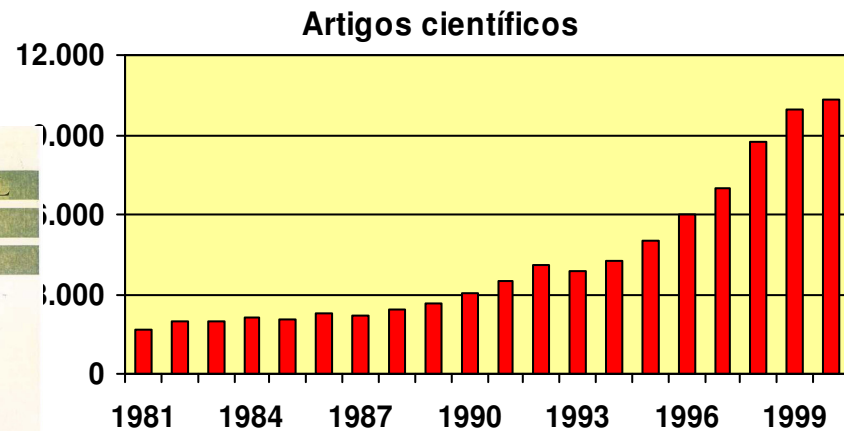
## *Artigos científicos publicados SCI*



# Brasil

## Pesquisa Acadêmica

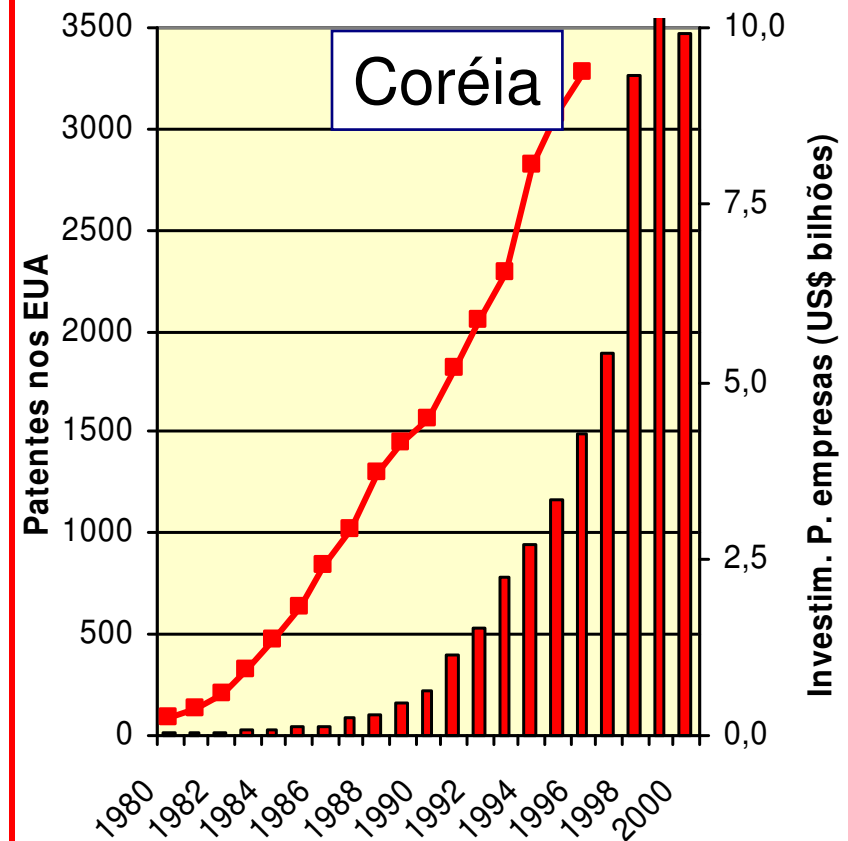
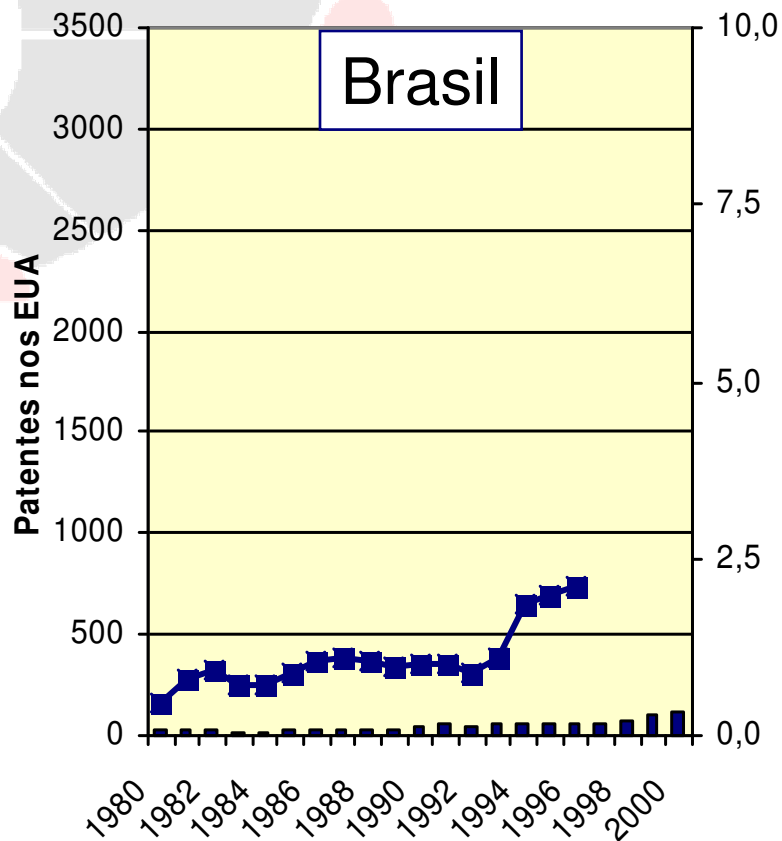
### ■ Artigos em destaque



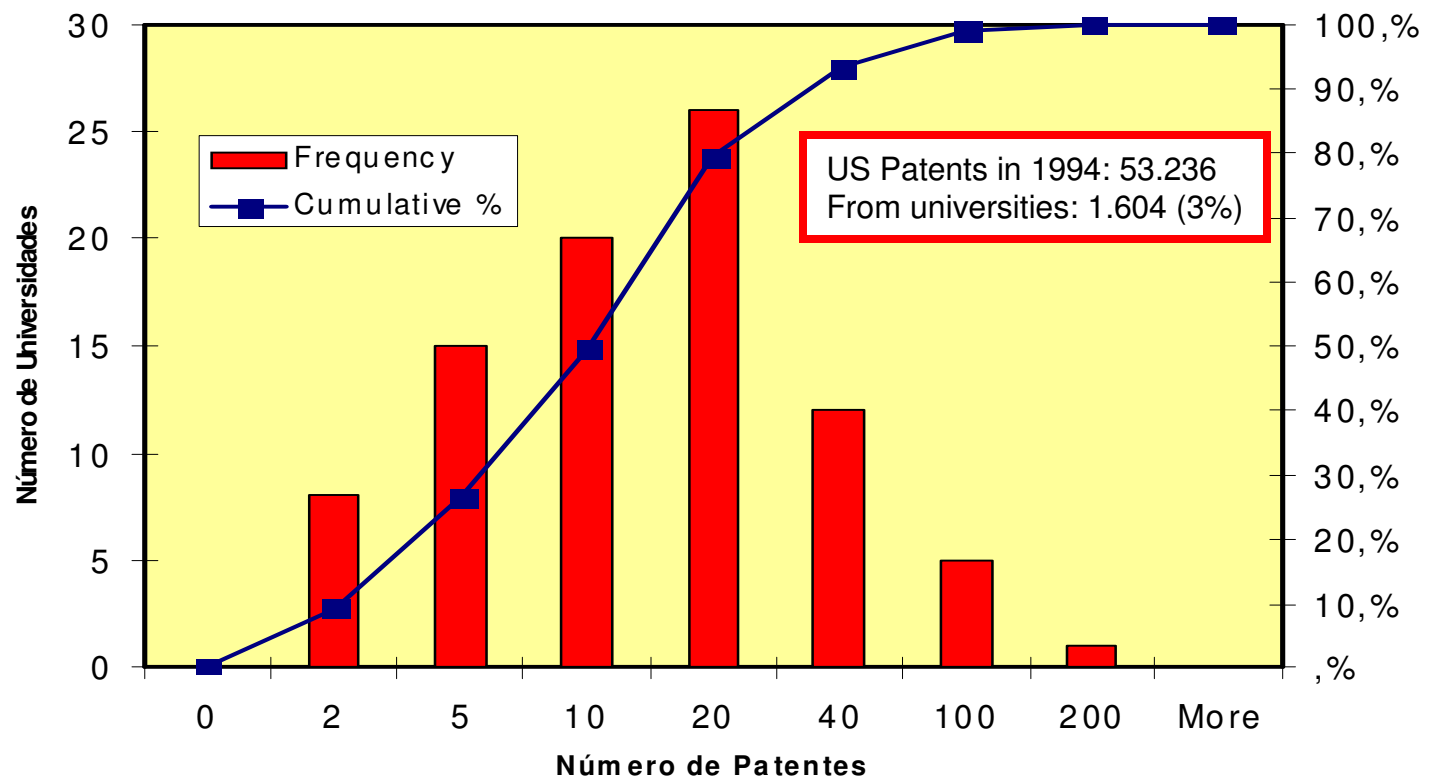
# *Doutorados em São Paulo*

<b>Brasil</b>	<b>EUA</b>	<b>Doutorados</b>
USP		2.013
	U. CA Berkeley	799
Unicamp		702
	U. WI-Madison	649
	U. CA Los Angeles	642
	U. TX at Austin, The	637
	OH State U.-Main Can	616
	U. MI-Ann Arbor	607
	U. IL at Urbana-Cham	603
	U. MN-Twin Cities	565
	Harvard U.	552
Unesp		540
	PA State U.-Main Carr	539
	Stanford U.	526
	MA Institute of Techno	501

# Invest. Empresarial em P&D e patentes: Brasil e Coréia



# Patentes são produto típico da empresa





# Transistor

Patented Sept. 25, 1951

2,569,347

## UNITED STATES PATENT OFFICE

2,569,347

### CIRCUIT ELEMENT UTILIZING SEMICONDUCTIVE MATERIAL

William Shockley, Madison, N. J., assignor to Bell Telephone Laboratories, Incorporated, New York, N. Y., a corporation of New York

Application June 26, 1948, Serial No. 35,423

34 Claims. (Cl. 332—52)

1

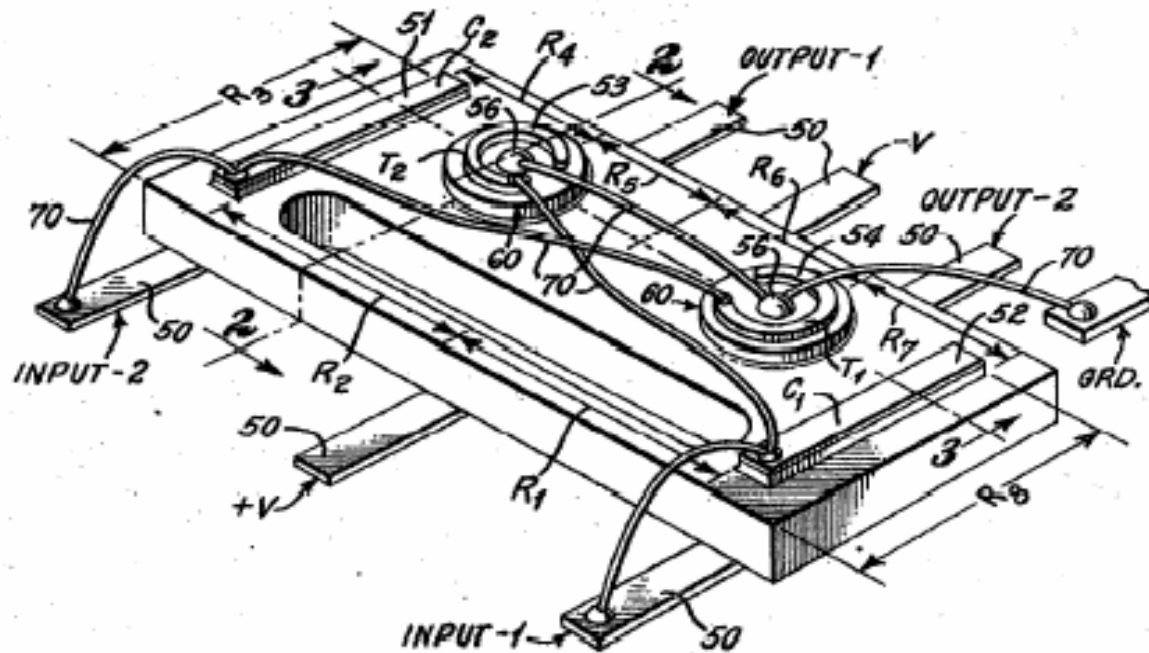
This invention relates to means for and methods of translating or controlling electrical signals and more particularly to circuit elements utilizing semiconductors and to systems including such elements.

2

ductive material comprising two zones of material of opposite conductivity type separated by a barrier, means for making external electrical connections respectively to each zone and means for making a third connection to the body at the barrier for controlling the flow of current between

# Circuito Integrado

## Patente 3.643.138, 1972



# United States Patent [19]

Caffrey

[11] 4,332,102

[43] Jun. 1, 1982

[54] SUPERIOR PERFORMANCE YO-YO

[76] Inventor: Michael S. Caffrey, 1801 S. Kevin Dr., Tucson, Ariz. 85710

[21] Appl. No.: 201,180

[22] Filed: Oct. 27, 1980

[51] Int. Cl.<sup>2</sup> A63H 27/12

[52] U.S. Cl. 46/61

[53] Field of Search 46/61, 60, 47, 221

### [56] References Cited

#### U.S. PATENT DOCUMENTS

3,173,326	3/1965	Issacs	46/61
3,296,635	6/1966	Radovan	46/61
3,263,361	8/1966	Bowden	46/61
3,444,644	3/1969	Seytigh	46/61
3,643,373	2/1972	Russel	46/61
3,936,974	2/1976	House	46/61
3,953,936	5/1976	Emis	46/61
4,081,824	4/1978	Fubicam	46/61
4,130,967	12/1978	Emis	46/61

Primary Examiner—Robert Prubock

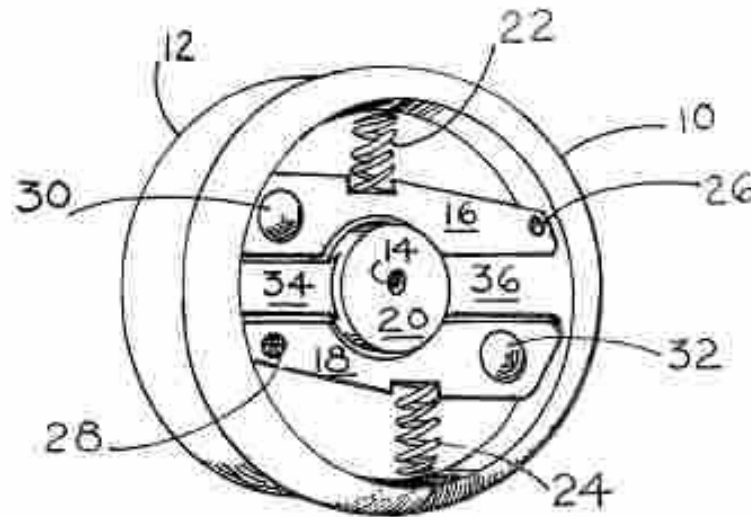
Assistant Examiner—Mickey Yu

Attorney, Agent, or Firm—J. Michael McClunahan

### [57] ABSTRACT

A superior yo-yo toy exhibiting characteristics of a lengthened spinning time for performing tricks while retaining characteristic of returning to the hand of the operator when desired, and automatic return to the operator when the yo-yo rotational rate has slowed to a predetermined rate. The yo-yo string is attached to a free-spinning bearing surrounding the axle, the bearing operably connected to a centrifugal actuated spring loaded clutch mechanism so that when the yo-yo rotational rate slows to a pre-determined rate, the clutch mechanism engages the bearing, coupling the free-spinning bearing to the yo-yo and causing the yo-yo to return to the operator.

12 Claims, 7 Drawing Figures





(12) **United States Patent**  
Trevino

(10) Patent No.: **US 6,655,077 B1**  
(45) Date of Patent: **Dec. 2, 2003**

(54) **TRAP FOR A MOUSE**

(76) Inventor: **Jose Trevino**, 7556 Alameda Ave., El Paso, TX (US) 79915

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **10/197,961**

(22) Filed: **Jul. 17, 2002**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> ..... **A01M 23/30**

(52) U.S. Cl. .... **43/81; 43/81.5**

(58) Field of Search ..... 43/81, 81.5, 88, 43/92, 82, 83.5, 97, 58

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

1,167,493 A *	1/1916	Grubbs	43/81
1,223,271 A *	4/1917	Grubbs	43/81
1,623,841 A *	4/1927	King	43/81
1,799,323 A *	4/1931	Ross et al.	43/81
2,188,297 A *	1/1940	Graybill	43/81
2,216,529 A *	10/1940	Brzykcy	43/81
2,231,984 A *	2/1941	Anderson	43/81
2,581,628 A *	1/1952	Borwell	43/81
2,616,211 A *	11/1952	Johnson	43/81
3,968,589 A *	7/1976	Basham	43/81
4,071,972 A *	2/1978	Conibear	43/92
4,245,423 A	1/1981	Souza et al.	
4,574,519 A	3/1986	Eckebrecht	

4,592,162 A *	6/1986	Hallback	43/81
4,711,049 A	12/1987	Kness	
5,001,857 A *	3/1991	McDaniel et al.	43/81
5,148,624 A	9/1992	Schmidt	
6,119,391 A	9/2000	Maconga	
6,137,415 A *	10/2000	Rast	43/81
6,199,314 B1	3/2001	Bollard	
6,282,832 B1	9/2001	Manno	

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

GB 2209113 A \* 5/1989 ..... A01M/23/24

\* cited by examiner

Primary Examiner—Peter M. Poon

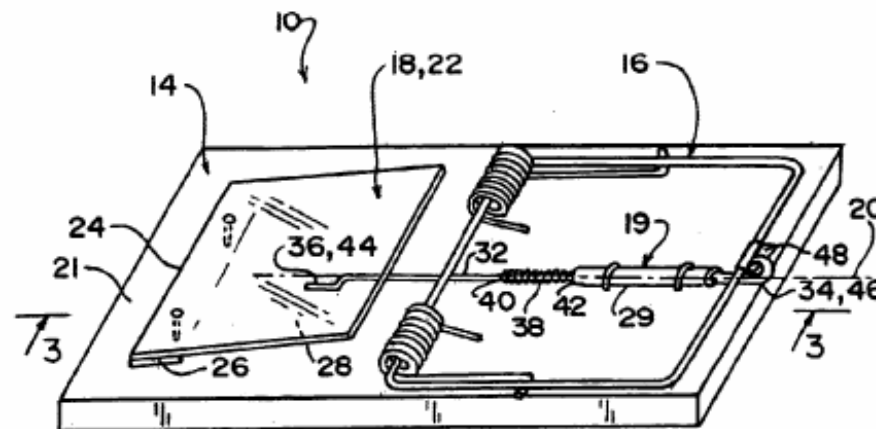
Assistant Examiner—Joan M. Olszewski

(74) Attorney, Agent, or Firm—Richard L. Miller

(57) **ABSTRACT**

An improved trap for a mouse of the type having a baseboard, a U-shaped jaw member that is pivotally mounted on the baseboard for pivotal movement from a cocked position to a sprung position, a bait pedal that is attached to the baseboard, and a trigger mechanism that has a longitudinal axis and which is operatively attached to the bait pedal and when the U-shaped jaw member is in the cocked position thereof the trigger mechanism is operatively connected to the U-shaped jaw member. The improvement includes the trigger mechanism allowing the U-shaped jaw member to achieve the sprung position thereof only when the trigger mechanism is rotated about the longitudinal axis thereof.

7 Claims, 1 Drawing Sheet



# Principais patenteadores Brasil - USPTO

First-Named Assignee	1997	1998	1999	2000	2001	Total
PETROBRAS	7	8	8	15	17	55
CARRIER CORPORATION	0	0	1	9	19	29
EMBRACO	4	3	5	3	2	17
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE	0	0	4	3	3	10
METAGAL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	2	3	3	2	0	10
PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.	2	0	0	2	4	8
SMAR RESEARCH CORPORATION	0	3	0	1	2	6
TELEBRAS	0	1	3	1	0	5



# Coréia

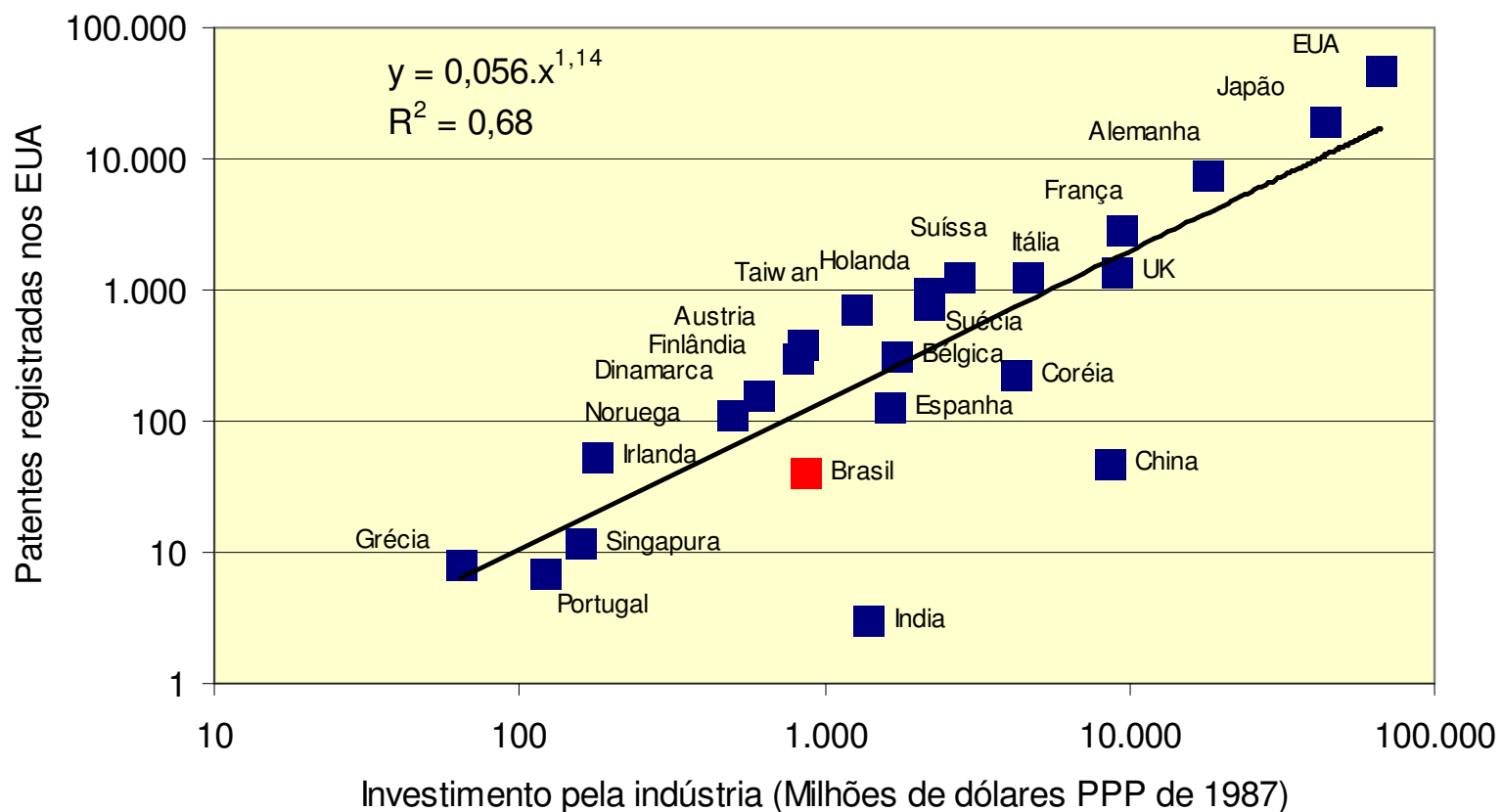
## Principais patenteadores - USPTO

---

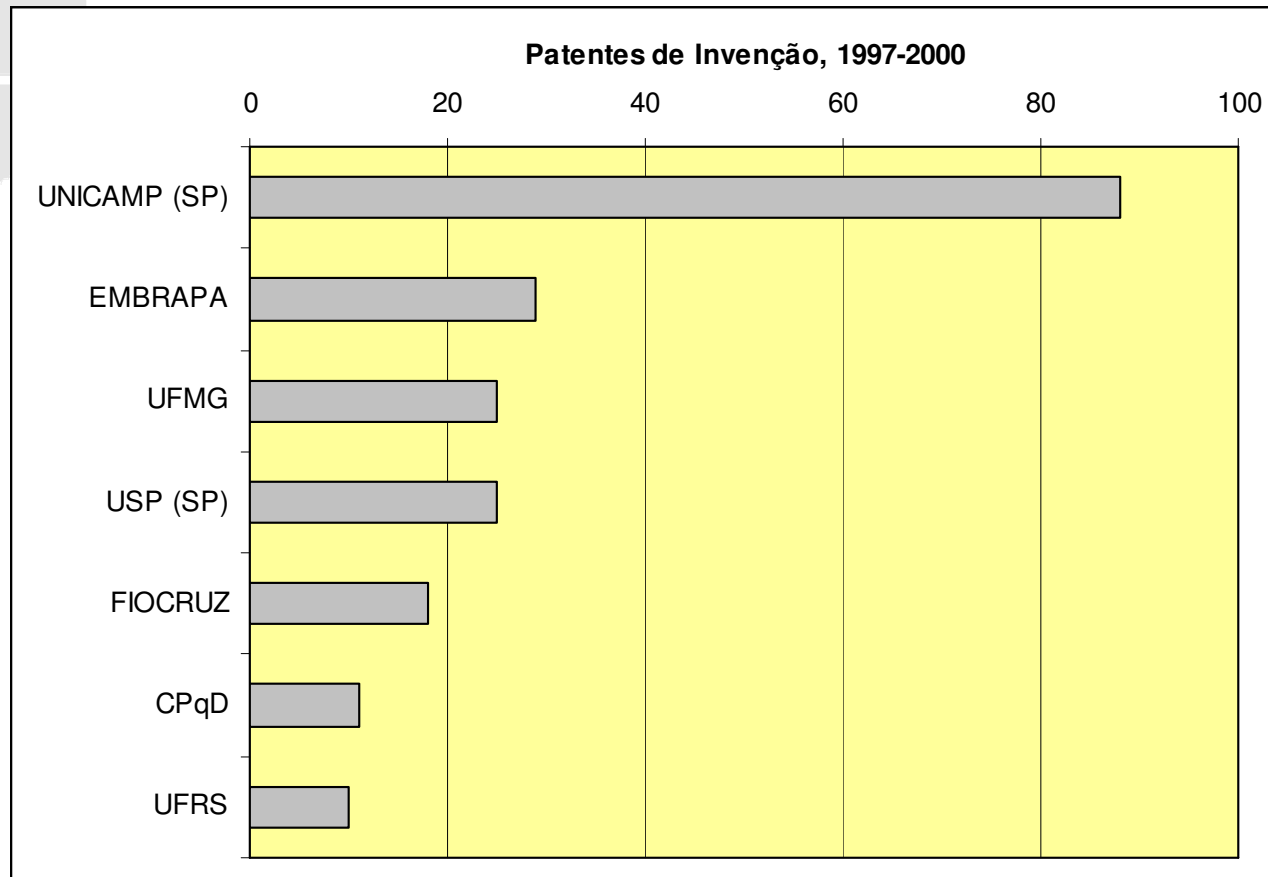
First-Named Assignee	1997	1998	1999	2000	2001	Total
SAMSUNG ELECTRONICS CO.	557	1.247	1.455	1.378	1.382	<b>6.019</b>
HYUNDAI ELECTRONICS IND.	153	211	241	293	532	<b>1.430</b>
LG ELECTRONICS INC.	110	212	224	218	245	<b>1.009</b>
DAEWOO ELECTRONICS CO	215	319	272	120	54	<b>980</b>
LG SEMICON CO., LTD.	119	235	310	251	42	<b>957</b>
ELECTRON. AND TEL.. RES. INST.	58	120	130	124	72	<b>504</b>
HYUNDAI MOTOR CO., LTD.	72	92	93	60	99	<b>416</b>
SAMSUNG DISPLAY DEVICES CO	43	84	72	65	66	<b>330</b>



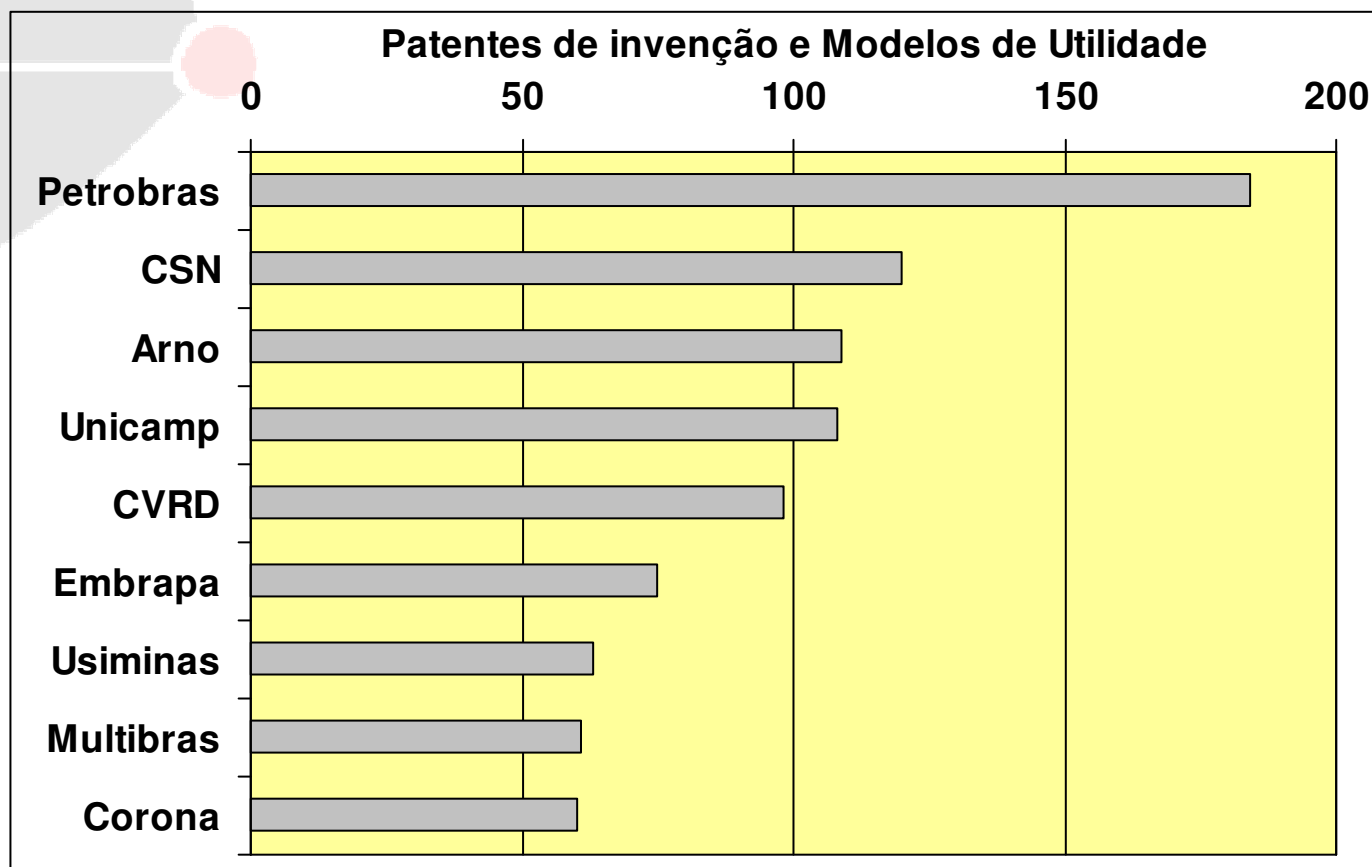
# Investimento industrial em P&D e patentes



# Patentes de invenção INPI, 1997 a 2000



# ***INPI, Brasil: Principais patenteadores, 1990-2000***



Fonte: Eduardo M e Albuquerque "Patentes e Atividades Inovativas: uma avaliação do caso brasileiro", 2003 (no prelo)



# ***Distorção no Sistema Brasileiro de C&T***

---

- **Poucos C&E nas empresas**

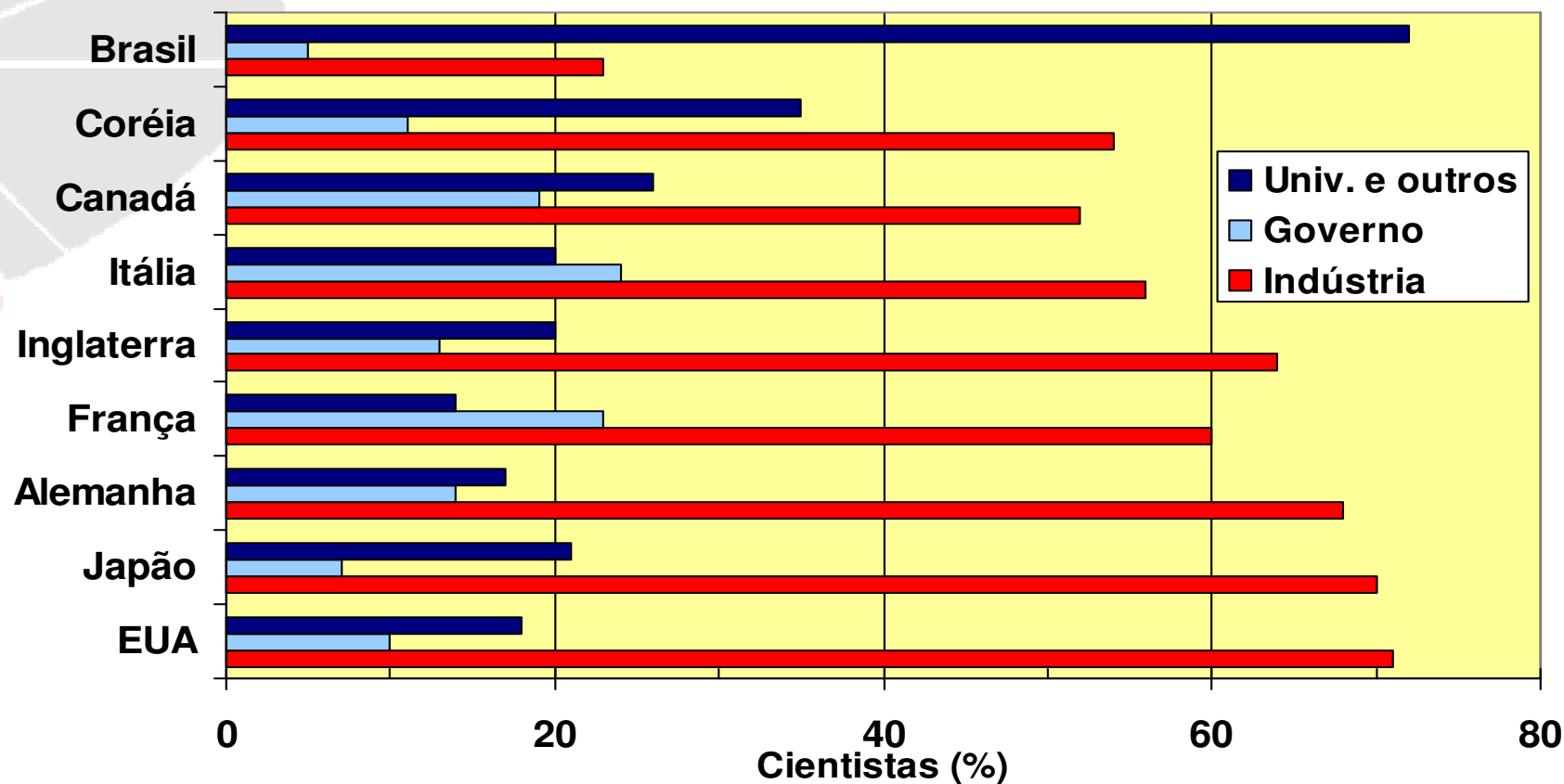
- **23% dos cientistas brasileiros trabalham em empresas**

- Brasil: < 29.000, < 23% do total no país
- Coréia: 94.000, 54% do total no país
- EUA: 790.000, 80% do total no país

- **Limitada conversão de conhecimento em desenvolvimento**

- **empresas é que geram riqueza**
- **o contribuinte não entende porque deve pagar por Ciência**
- **a Ciência avança mais, a Competitividade menos**

# *Distribuição institucional da atividade de P&D*



# *Cientistas e Engenheiros tem valor*

(Science, 281, 7 August 1998)

**ScienceScope**

## **... BUT VISA FIGHT ON HOLD**

Congress left town, however, before resolving a controversy over how many software-savvy foreigners should be allowed to work in the United States. U.S. high-tech companies, citing a booming economy and tight job market, are lobbying lawmakers to increase the number of visas granted to skilled overseas workers—such as computer programmers, engineers, and scientists—from 65,000 this year to 115,000 in 2001. The visas, which can be extended for up to 6 years, can be an important step for workers looking to settle permanently in the United States.



# ***Stanford, Silicon Valley, and the Students***

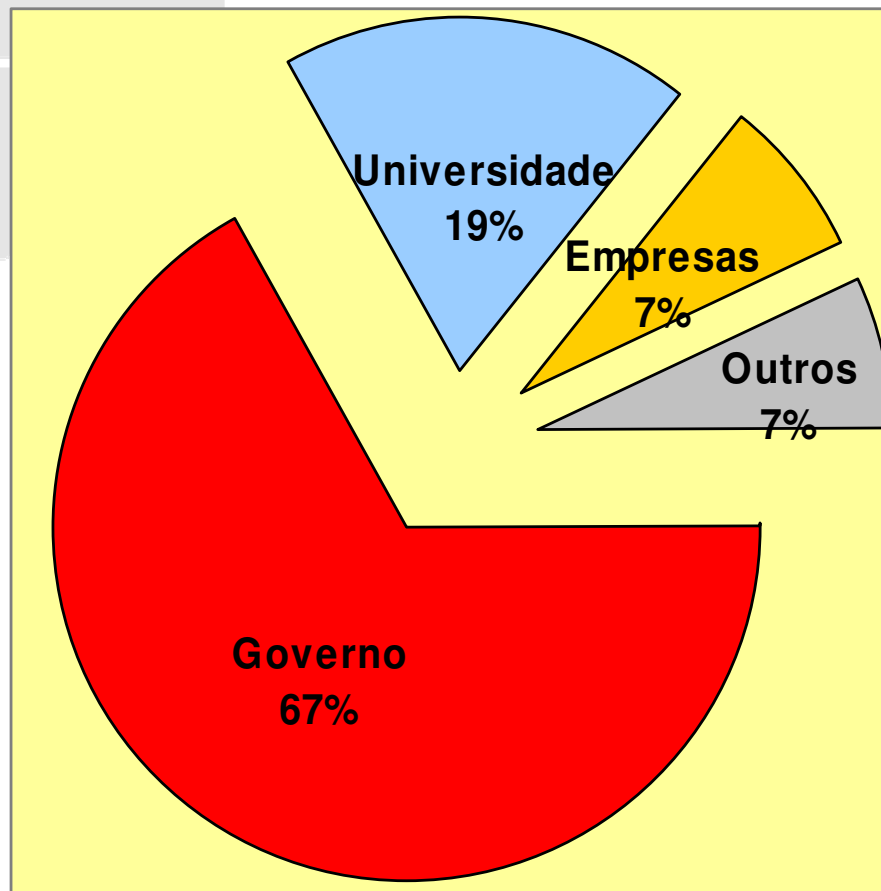
---

Robert Byer, Stanford University / California Council on Science and Technology

Q - What is Stanford Role on the Silicon Valley boom?

A - The myth is that Stanford's technology is what made Silicon Valley successful. However, a survey of 3000 small-company CEO's found only one in 20 companies used Stanford technology directly or indirectly in their start-up business. What Stanford contributed to Silicon Valley were educated, high talented students. It is in our interest as a private research university that the students educated at Stanford are successful in their chosen careers. (Photonics Spectra, p. 24-25, April 1999)

# ***EUA: P&D na Universidade, 1997***



**Total: US\$ 26,34 bi**



Fonte: Science and Engineering Indicators 2000, Appendix Table 2-5



# O mito do investimento privado na universidade

	Total	Gov	Indus	Instit	Outro	%Indus
<b>Total USA</b>	<b>27.489</b>	<b>18.075</b>	<b>2.048</b>	<b>5.366</b>	<b>2.000</b>	<b>7,5%</b>
1. Univ of Michigan	509	339	34	103	32	6,7%
2. Univ of Washington	483	380	51	43	9	10,6%
3. UC Los Angeles	478	262	34	108	73	7,1%
4. Univ of Wisconsin	463	289	14	102	57	3,0%
5. UC-San Diego	462	314	31	72	45	6,7%
6. UC Berkeley	452	239	22	149	42	4,9%
7. Johns Hopkins	439	353	15	26	44	3,4%
8. J Hopkins App. P Lab	436	419	0	17	0	0,0%
9. Stanford University	427	357	32	19	19	7,5%
10. MIT	420	309	75	13	23	17,9%
13. Cornell	396	273	12	75	36	3,0%
19. Harvard University	326	268	12	0	46	3,7%
20. Columbia University	280	241	3	11	25	1,1%
42. CalTech	212	195	6	8	2	2,8%
79. Univ of New Mexico	116	87	3	22	4	2,6%

(fonte: NSF/SRS: Survey of Sci and Eng Expenditures at Universities, FY 1999)



# *Universidade – Sociedade*

---

- Foco no estudante e no avanço do conhecimento
  - Ex-alunos nas empresas e governo – redes de contatos
  - Pesquisa cooperativa
  - Bolsas
  - Novas empresas (EBT's) de ex-alunos
  - Licenciamento de PI
  - Educação continuada
  - Parcerias estratégicas

# Unicamp Spin-offs e associados

> 90 empresas

- IT: 40
- Biotech: 10
- Lasers & optics: 13
- Eng, Food, Cons.: 27

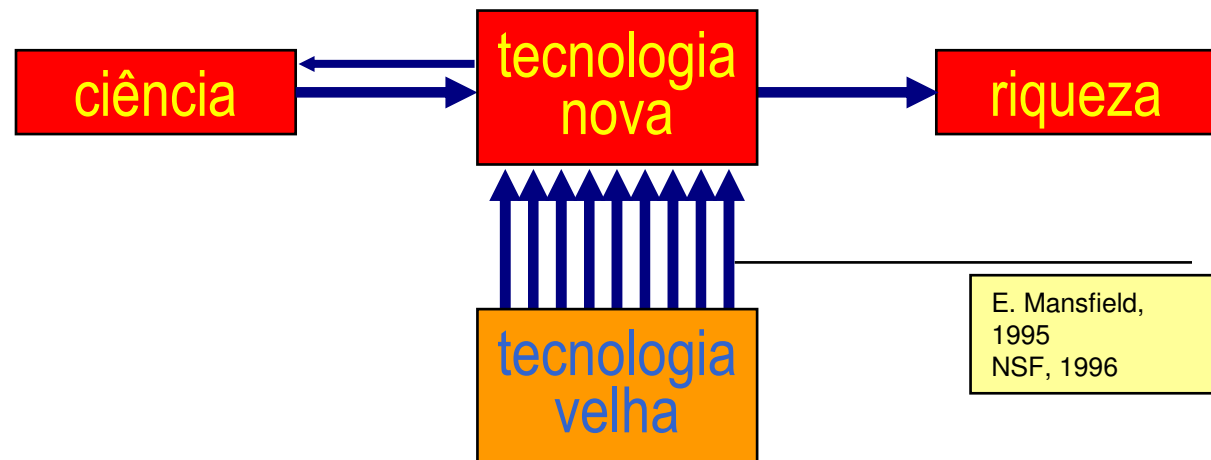


# Ciência, Tecnologia e PIB

Francis Bacon  
(séc. XVII)



Adam Smith  
(séc. XVIII)



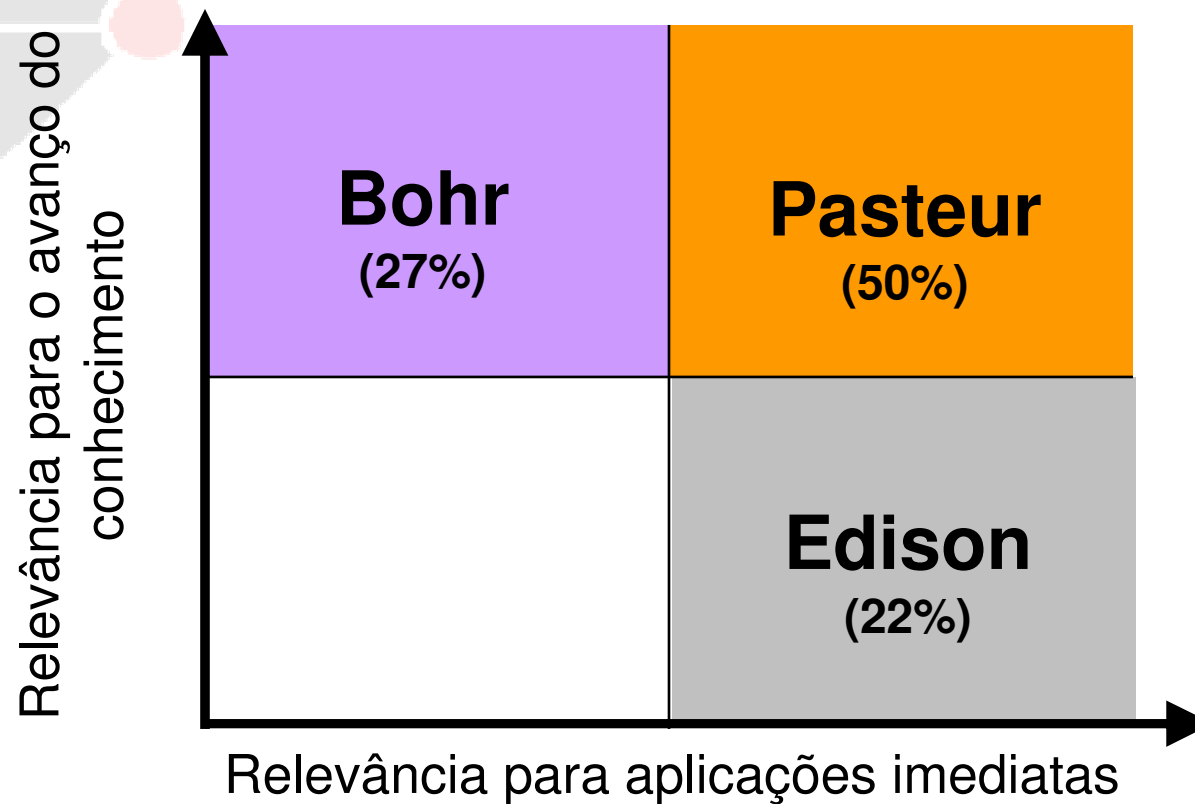
# ***Pesquisa Básica ou Pesquisa Aplicada?***

---

- Pesquisa Pura x Pesquisa Impura??!
- Pesquisa Básica não pode ter Aplicação??
- Pesquisa Aplicada não pode ser Básica??



# O Quadrante de Pasteur (D. Stokes, 1997)



# A Universidade, a Empresa e a Pesquisa<sup>1</sup>

Carlos H. de Brito Cruz

Reitor, Unicamp

---

## **Sumário**

Analizamos as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizadas no Brasil, focalizando a atenção no papel de cada uma das instituições: universidade, empresa e governo. Para isto analisamos o pessoal envolvido em P&D no país, os investimentos realizados e alguns resultados facilmente documentáveis como o número de publicações científicas e de patentes realizadas. Verifica-se que, enquanto a capacidade brasileira de fazer Ciência tem crescido, aumentando sua penetração internacional, a capacidade de fazer Tecnologia está ainda aquém das possibilidades. Destacamos que o principal desafio estrutural para o sistema brasileiro de P&D é aquele de se levar atividades de P&D para dentro das empresas, transformando-as em verdadeiros motores da inovação tecnológica no país.

---

---

<sup>1</sup> Este artigo foi preparado para o seminário "Brasil em Desenvolvimento", organizado pelo Instituto de Economia da UFRJ e é uma versão atualizada e ampliada do artigo com mesmo título publicado na Revista Humanidades, 45 pp.15-29 (UnB, 1999).

# A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o país precisa<sup>2</sup>

Carlos H. de Brito Cruz

Reitor, Unicamp

*"A ciência está destinada a desempenhar um papel cada vez mais preponderante na produção industrial. E as nações que deixarem de entender essa lição hão inevitavelmente de ser relegadas à posição de nações escravas: cortadoras de lenha e carregadoras de água para os povos mais esclarecidos" (Lord Rutherford, citado no documento "Ciência e Pesquisa – Contribuição de Homens do Laboratório e da Cátedra à Magna Assembléia Constituinte de São Paulo", que propôs a criação da Fapesp em 1947)<sup>1</sup>*

O conhecimento, que sempre foi um dos principais insumos para a geração de riqueza e bem estar social, passou a ser reconhecido como tal a partir da revolução da informação trazida pela Internet. Alan Greenspan, presidente do Federal Reserve dos Estados Unidos, tem destacado que "os avanços tecnológicos dos últimos anos, que permitiram às indústrias norte-americanas operar com maior produtividade, contribuindo para a maior prosperidade já experimentada pelo mundo"<sup>2</sup>. David Landes, o autor de "A Riqueza e a Pobreza das Nações", destaca o valor do conhecimento mais contundentemente em entrevista à *Veja*<sup>3</sup>, referindo-se à necessidade de um país ter criadores de conhecimento para se desenvolver: "Se você não tiver cérebros, está acabado".

A capacidade de uma nação de gerar conhecimento e converter conhecimento em riqueza e desenvolvimento social depende da ação de alguns agentes institucionais geradores e aplicadores de conhecimento. Os principais agentes que compõem um sistema nacional de geração e apropriação de conhecimento são empresas, universidades e o governo. Qual o papel que se deve esperar de cada um, e qual é o papel desempenhado por eles no Brasil, são as perguntas para as quais tento, neste artigo, contribuir respostas, mesmo que parciais.

No Brasil o debate em torno da importância das atividades de pesquisa científica e tecnológica tem, historicamente, ficado restrito ao ambiente acadêmico. Este fato, por si só, já é um indicador da principal distorção que os dados abaixo evidenciam, qual seja: em nosso país a quase totalidade da atividade de pesquisa e desenvolvimento ocorre em ambiente acadêmico ou instituições governamentais. Ao focalizar-se a atenção quase que exclusivamente no componente acadêmico do sistema, deixa-se de lado aquele que é o componente capaz de transformar ciência em riqueza, que é o setor empresarial. Recentemente iniciativas como as da ANPEI (Associação Nacional para Pesquisa em Empresas), da ANPROTEC e da CNI, através

---

<sup>2</sup> Este artigo foi preparado para o seminário "Brasil em Desenvolvimento", organizado pelo Instituto de Economia da UFRJ e é uma versão atualizada e ampliada do artigo com mesmo título publicado na Revista Humanidades, 45 pp.15-29 (UnB, 1999).



do Instituto Euvaldo Lodi, tem alargado o horizonte da discussão incorporando progressivamente agentes ligados ao setor empresarial. De particular importância nos últimos anos foi a adoção pelo MCT, desde 1999, de uma estratégia para a política nacional para C&T que inclui, com destaque, a promoção de atividades de P&D em empresas. Esta nova estratégia implementada tem tido ampla aceitação no meio acadêmico e empresarial, demonstrando já os primeiros resultados práticos.

Neste artigo analisamos alguns componentes do Sistema Brasileiro de Ciência e Tecnologia, buscando determinar:

- a quantidade de pessoas efetivamente envolvidas em atividades de P&D e a natureza das instituições onde estas pessoas desenvolvem suas atividades de P&D, classificadas como universidades, institutos de pesquisa e empresas e as conseqüências da distribuição de pessoal existente;
- o perfil de investimentos nacionais em P&D, de acordo com a natureza da instituição que cobre o dispêndio;
- que papel deve-se esperar da universidade e da empresa na realização do desenvolvimento tecnológico.

Para auxiliar a avaliação dos dados apresentados, apresentamos sempre que possível comparações com dados internacionais, através das quais podemos avaliar e aferir a situação relativa do Brasil em termos de competitividade e inserção internacional.

Finalmente apontamos uma possível estratégia para se elevar os dispêndios nacionais em P&D para a casa dos 2% do PIB, um objetivo muito defendido nos debates sobre as políticas para C&T no Brasil.

## **Crescimento econômico e as idéias**

Razões históricas talvez não sejam suficientes para explicar por que algumas sociedades conseguiram, no espaço de umas poucas décadas, sair da pobreza e mover-se em direção a uma relativa riqueza, enquanto outras seguem patinando no charco de economias pouco eficientes ou até mesmo conhecem a experiência do empobrecimento depois de um período de prosperidade.

Charles I. Jones<sup>4</sup>, economista da Universidade de Stanford, prefere colocar a questão em outros termos: “Por que algumas economias desenvolvem infra-estruturas que são extremamente propícias à produção e outras não?”. A resposta de Jones é quase uma tautologia, mas dificilmente deixará de fazer sentido: as sociedades desenvolvidas simplesmente investem mais no conhecimento, e as pessoas que integram a parte produtiva dessas sociedades destinam muito mais tempo ao aprendizado de novas técnicas e tecnologias.

Por isso, para além de “razões históricas” — e há quem apele até para as climáticas —, não há nenhum determinismo na maneira pela qual as nações mais avançadas chegaram a seu alto grau de desenvolvimento, abundância e bem-estar. Para Jones, uma vez que entre em jogo o fator conhecimento, há sempre “a promessa implícita de que a vitalidade [do crescimento econômico] esteja apenas adormecida nas

regiões mais pobres do mundo”.

O início do século 21 nos mostra, escancaradamente, que o conhecimento é a base do desenvolvimento. Décadas atrás, em países como o nosso, se acreditava que vantagens comparativas como terra, clima e baixos salários podiam ser instrumentos de atração de investimentos e de desenvolvimento. Não é mais assim. Hoje o mundo reconhece que, além de capital e trabalho, o insumo fundamental para a criação de riqueza é o conhecimento.

O advento da Internet e da Teia Mundial (a World Wide Web) abriu as portas da informação e tornou óbvio o primado da ciência, da tecnologia e da cultura como elementos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social. Já sabiam disso os chineses do século XIV, época em que a China chegou a ser a sociedade tecnologicamente mais avançada do mundo graças a um incomparável domínio das técnicas de manufatura no campo da náutica, da tecelagem, da impressão, da fundição e outros. Foi também graças à pesquisa sistemática e ao conhecimento acumulado na área da navegação oceânica que Portugal, uma pequena comunidade de dois milhões de habitantes cujo governo tinha a pretensão de dominar o comércio de especiarias, chegou à altura de tornar-se uma das nações mais poderosas dos séculos XV e XVI. Que essas nações tenham perdido sua hegemonia tecnológica ao longo dos séculos, como Portugal, ou mesmo abruptamente, como a China, é outra história que pode ter a ver, segundo Jones, com “a falta de instituições que apoiassem a capacidade empreendedora”.

David Landes, historiador do desenvolvimento econômico, destaca em seu *A Riqueza e a Pobreza das Nações*, que a invenção da invenção, isto é, a sistematização do método científico e da atividade de pesquisa a partir do século 18, foi um dos grandes ingredientes necessários para a existência de uma revolução industrial na Europa, e para o desenvolvimento que se seguiu.

Tornaram-se mais ricos os países que souberam criar um ambiente propício à criação e disseminação do conhecimento e a sua aplicação na produção. Ou, no dizer de Landes: “Instituições e cultura primeiro; a seguir o dinheiro, mas, desde o princípio e cada vez mais, o fator essencial e recompensador cabia ao conhecimento.”

A “invenção da invenção” no século XVIII foi seguida pela “descoberta da invenção” na segunda metade do século XIX. A nascente indústria química alemã percebeu por volta de 1870 que para o desenvolvimento do seus negócios e a manutenção de sua competitividade era necessário que a empresa tivesse uma capacidade de invenção própria. O Estado alemão percebeu também que precisava garantir o direito de propriedade intelectual àqueles capazes de terem idéias, e unificou e vitaminou sua Lei de Patentes em 1877. O respeito à propriedade intelectual e a percepção pela empresa da importância do conhecimento levou ao nascimento dos primeiros grandes laboratórios industriais: BASF, Höchst e Bayer foram as empresas que descobriram o poder das idéias e da invenção primeiro, e transformaram esta atividade – a de desenvolver conhecimento – numa atividade essencial, permanente e profissional dentro da empresa. O assunto principal da pesquisa nestas empresas era a “criação de cores”, corantes para a indústria têxtil.

Do outro lado do Oceano Atlântico, e na mesma época – segunda metade do século XIX, Thomas Edison e Alexander Graham Bell começavam a criar, com suas invenções, o que viria a ser a moderna indústria eletrônica. Pelo final do século XIX, com muitas das importantes patentes de Edison expirando, a General Electric, criada por Edison, percebeu que precisava profissionalizar e intensificar seu esforço de criação de idéias e conhecimento: em 1900 inaugurou o General Electric Research Laboratory em Schenectady, NY. Hoje a equipe de cientistas e engenheiros do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da GE tem 1.130 pessoas. O “filhote” de Bell demorou um pouco mais a florescer – no dia de ano novo de 1925 foi inaugurado em Manhattan os Laboratórios Bell, outra usina de idéias e invenções que mudou nosso mundo: ali foi inventado o transistor em 1948.

Na teoria do desenvolvimento econômico, alguns autores clássicos como Adam Smith antes, e Josef A. Schumpeter mais tarde, destacaram a importância do conhecimento para o desenvolvimento. O recurso ao “conhecimento” como insumo econômico ajuda a elucidar porque a mesma quantidade de capital e de trabalho em diferentes nações leva a diferentes resultados em termos de desenvolvimento. Robert M. Solow, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1987, descobriu que havia um fator adicional que, na falta de um nome melhor, acabaram denominando *Resíduo de Solow*. Ao medir a taxa de crescimento da economia de um país – no caso, os Estados Unidos – e ao relacionar esta taxa com o crescimento do capital e com o crescimento do trabalho, Solow concluiu que havia mais alguma coisa a ser considerada e relacionou este “Resíduo” ao progresso técnico. Uma importante limitação de seu modelo foi a hipótese de que este progresso técnico seria algo exógeno ao desenvolvimento econômico, isto é, não derivado ou afetado pelo capital e trabalho disponíveis numa dada economia.

*Tabela 1. Elementos componentes do desenvolvimento econômico observado nos EUA: capital, trabalho e a produtividade total dos fatores, que se relaciona intimamente com os avanços da tecnologia e do conhecimento.*

Período	Crescimento anual do PIB	Crescimento anual do PIB devido a		
		Capital	Trabalho	Produtividade Total de Fatores
1960-1970	4,0%	0,8%	1,2%	1,9%
1970-1980	2,7%	0,9%	1,5%	0,2%
1980-1990	2,6%	0,8%	0,7%	1,0%
<b>1960-1990</b>	<b>3,1%</b>	<b>0,9%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,1%</b>

Fonte: C.I. Jones, “Introdução à Teoria do Desenvolvimento Econômico”, p. 39, Editora Campus (2000)

O estudo de Solow, que na década de 70 foi atualizado por Chales I. Jones, da Universidade de Stanford (Tabela 1), mostra um cenário muito interessantes. Na década de sessenta o crescimento anual do PIB americano registra um crescimento total de 4,0% por ano. Destes 4,0%, uma parcela de 0,8% por ano que foi devida ao aumento de acúmulo de capital e maior capacidade de investimento; 1,2% por ano deveu-se ao aumento da quantidade de trabalhadores (em geral relacionado com o fluxo demográfico e a capacidade de empregar novos trabalhadores); mas há ali um fator de 1,9% que não foi originado nem pelo capital nem pelo trabalho. Na década de 70/80, um fator de 0,9% era contribuição do capital, 1,5% do trabalho e 0,2% daquilo que se chamava, então, produtividade total de fatores que, na visão de Solow, representa o

progresso técnico. Já na década de 80/90, 0,8% era originário do capital, 0,7% do trabalho e 1,0% da tecnologia.

Na verdade, quando se decompõe dessa forma o crescimento de uma economia verifica-se que um terço do crescimento econômico num país como os Estados Unidos deriva de tecnologia e de conhecimento. Um terço do crescimento anual da economia norte-americana, o que não é desprezível, correspondente a 1,1% por ano. Essa demonstração levou à convicção de que o conhecimento é um insumo fundamental, e é o reflexo do fato de que 1 milhão de trabalhadores nos Estados Unidos são capazes de gerar mais crescimento do que 1 milhão de trabalhadores em outros países com menos tecnologia, menos educação e menos conhecimento. A diferença é o acesso à tecnologia, ao conhecimento. Entretanto é certo que esta vantagem só se realiza quando os agentes econômicos a utilizam efetivamente.

É notável que na teoria econômica sobre o desenvolvimento o conhecimento só passe a figurar como elemento explícito a partir da Nova Teoria de Crescimento estabelecida por Paul Romer, de Chicago, e seus colaboradores, a partir de 1987. Até então o conhecimento era considerado como uma variável externa à teoria econômica, embora houvesse vários autores que supusessem o efeito do conhecimento sobre a produtividade do trabalho.

Romer desenvolveu o modelo básico da Nova Teoria do Crescimento<sup>5</sup> considerando que o conhecimento afeta a produtividade do trabalho. Por isso, 1 milhão de trabalhadores com pouco acesso ao conhecimento produzem menos do que 1 milhão de trabalhadores com acesso ao conhecimento mais moderno.

Conhecimento só pode ser gerado e ser acessível quando há pessoas educadas para isso. A inclusão do conhecimento como variável de destaque para o desenvolvimento econômico traz consigo para a teoria econômica a educação e a cultura como parâmetros explicitamente determinantes do desenvolvimento de uma nação. E, ao mesmo tempo, traz o destaque para aquilo que passou a se denominar a “economia das idéias”, ou “economia do conhecimento”.

## **Quantos cientistas e engenheiros há no Brasil**

Internacionalmente a categoria “cientistas e engenheiros” é usada para descrever as pessoas que desenvolvem atividade de Pesquisa e Desenvolvimento.

Para obter uma estimativa do número de cientistas e engenheiros atuantes em P&D no Brasil determinamos o número de pessoas envolvidas em cada instituição brasileira que realiza atividade de pesquisa científica ou desenvolvimento tecnológico. Estas instituições são universidades ou escolas de ensino superior, empresas ou então laboratórios ou institutos de pesquisa governamentais, discriminadas na *Tabela 2*. Esta maneira de fazer o levantamento de pessoal parte das informações institucionais, e por isso acreditamos que possa ter um bom grau de confiabilidade. Para a contagem nas instituições de ensino superior consideramos os docentes em regime de Dedicção Exclusiva, ou em Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa, conforme reportado por S. Brisolla<sup>6</sup> em estudo realizado para o MCT em 1994. Este regime de trabalho pressupõe a realização de projetos de pesquisa, e orientação de estudantes de pós-graduação.

Para os Institutos de Pesquisa Governamentais a fonte dos dados é um levantamento realizado pelo IBICT<sup>7</sup> para os institutos federais e estaduais, exceto para o Estado de São Paulo para o qual a fonte foi um estudo recentemente feito pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. Para o caso das empresas os dados são os disponíveis no Relatório sobre a Base de Dados da ANPEI para o ano de 1995<sup>8</sup>.

Tabela 2. Instituições com atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico.

	Ensino Superior (893 instituições)	Institutos de Pesquisa Governamentais		Centros de P&D Estatais	P&D em Empresas Privadas
		Federais	Estaduais		
19	Universidades Estaduais	24 Institutos	31 Institutos	48 Centros	651 empresas estudadas pela ANPEI (49,73% do PIB industrial)
37	Universidades Federais				
04	Universidades Municipais				
46	Universidades Privadas				
03	Federações Municipais				
81	Fac. Integradas Privadas				
20	Estab. Isolados Federais				
63	Estab. Isolados Estaduais				
81	Estab. Isolados Munic.				
539	Estab. Isolados Privados				

## Os Cientistas e Engenheiros que fazem P&D no Brasil

A Tabela 3 descreve a distribuição institucional dos C&E profissionais (excluem-se estudantes de pós-graduação) observada no Brasil, e ao mesmo tempo demonstra, para fins de referência, a mesma distribuição nos Estados Unidos. Além dos 77.861 C&E contados na Tabela 3, há no Brasil 62.613 são estudantes de pós-graduação, os quais efetivamente não se dedicam em tempo integral à atividade de P&D por estarem ainda em formação. O número total de profissionais ativos em P&D no Brasil pode ser considerado muito pequeno quando comparado com os valores de outros países, constituindo apenas 0,11% do total da Força de Trabalho (FT) brasileira.

Tabela 3. Distribuição institucional dos C&E profissionais no Brasil e nos Estados Unidos<sup>9</sup>.

	Brasil		USA	
<b>Docentes em universidades</b>	90.631	73%	128.000	13%
<b>Universidades Federais</b>	43.494			
<b>Universidades Estaduais</b>	25.299			
<b>Universidades Privadas</b>	21.838			
<b>Centros e Inst. de Pesquisa (sem lucro)</b>	5.924	16%	70.200	7%
<b>Centros de Pq. Empresas Privadas</b>	29.086	11%	764.500	79%
<b>Total</b>	<b>125.641</b>	<b>100%</b>	<b>962.700</b>	<b>100%</b>

A Figura 1 ilustra esta comparação internacional, onde vemos que nos EUA e Japão quase 0,8% da FT atua em P&D. Na Coreia do Sul, um dos nossos competidores por mercados de produtos de alta tecnologia, 0,4%, quase o quádruplo do que no Brasil.

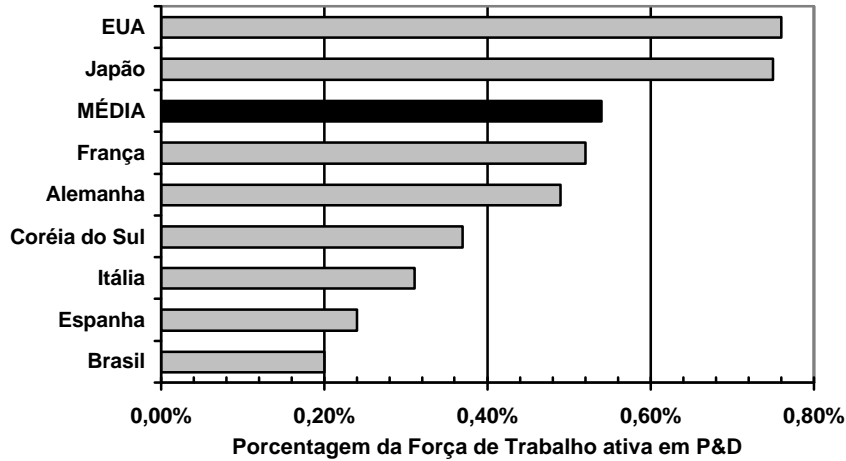


Figura 1. Porcentagem da Força de Trabalho ativa em P&D, para países selecionados<sup>10,11</sup>.

Na média dos países citados na Figura 1, o número de Cientistas e Engenheiros (C&E) é 0,54% da FT, praticamente o quádruplo do que se observa no Brasil. A baixa quantidade de C&E no Brasil, destaca a importância de se dar continuidade à ênfase nas políticas de formação de C&E. Além desta deficiência na quantidade de cientistas e engenheiros, é importante analisarmos a distribuição institucional destas pessoas – onde trabalham os C&E brasileiros.

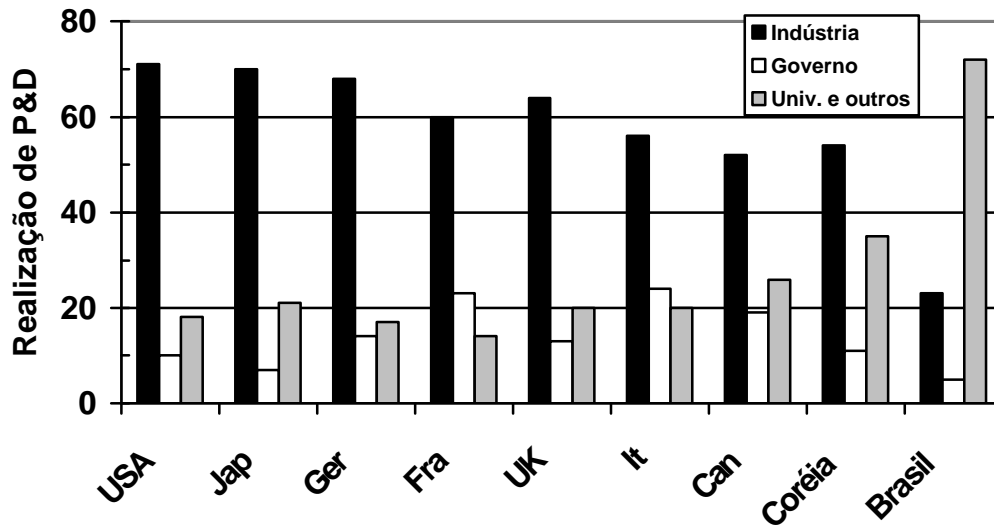


Figura 2. Distribuição dos C&E ativos em P&D em vários países e no Brasil. O destaque é para o predomínio da presença de C&E nas empresas, para todos menos o Brasil.

No Brasil 73% dos C&E trabalham para instituições de ensino superior, como docentes em regime de dedicação exclusiva ou tempo integral, enquanto que apenas 11% trabalham para empresas. Ao contrário do que acontece no Brasil, nos Estados Unidos a enorme maioria dos C&E trabalha para empresas,

atingindo a espantosa cifra de 764.500 C&E industriais. A distribuição como a americana, com a maioria dos C&E trabalhando na empresa é aquela que se verifica em todos os países industrializados, com pequenas variações. A Figura 2 mostra um resumo das distribuições institucionais dos C&E ativos em P&D, para vários países, mais o Brasil, para referência.

A baixa quantidade de C&E na empresa no Brasil acarreta uma série de dificuldades ao desenvolvimento econômico brasileiro, como por exemplo a baixa competitividade tecnológica da empresa brasileira e a reduzida capacidade do país em transformar ciência em tecnologia e em riqueza.

Pode ser argumentado que comparar o Brasil com estes países de industrialização consolidada seria inadequado. Entretanto, mesmo na comparação com países de industrialização recente a situação brasileira é extremamente desfavorável, como mostrado na Figura 3 em relação à Coréia do Sul. Enquanto os coreanos tem quase 100.000 C&E gerando inovação na empresa, no Brasil há menos de 29.000. Esta deficiência causa profundos danos à capacidade de competir da empresa brasileira. É preciso destacar que, ao contrário do que imagina o senso comum predominante no Brasil, a inovação tecnológica é criada muito mais na empresa do que na universidade. No Brasil tem havido ultimamente uma tendência de se atribuir à universidade a responsabilidade pela inovação que fará a empresa competitiva. Trata-se de um grave equívoco, o qual, se levado a cabo poderá causar dano profundo ao sistema universitário brasileiro, desviando-o de sua missão específica que é educar profissionais e gerar conhecimentos fundamentais. Como mostrado acima, em todo o mundo o lugar privilegiado da inovação é a empresa, e isto tem razão de ser.

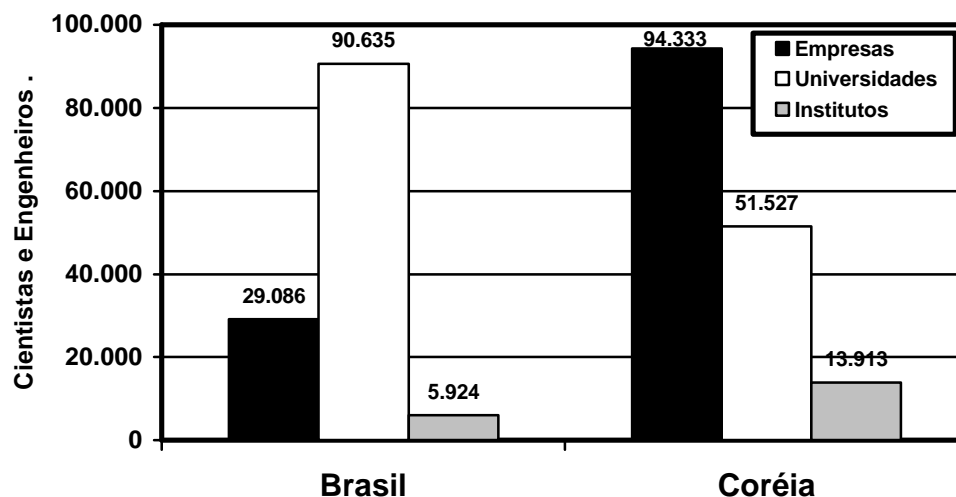


Figura 3. Distribuição dos C&E em P&D no Brasil (dados de 2001) e na Coréia do Sul (dados de 2001)<sup>12</sup>.

## Pesquisa na Universidade e na Empresa

Já em 1776 Adam Smith observava que as principais fontes de inovação e aprimoramento tecnológico eram "os homens que trabalhavam com as máquinas e que descobriam maneiras engenhosas de melhorá-las,

*bem como os fabricantes de máquinas, que desenvolviam melhoramentos em seus produtos*<sup>13</sup>. Desde então o mundo mudou muito, mas vejamos o que nos diz o Vice-Presidente de Pesquisa da DuPont, Joseph Miller, (quantas empresas no Brasil tem um Vice-Presidente de Pesquisa?): *“.. a DuPont investe mais de um bilhão de dólares por ano em pesquisa e desenvolvimento e emprega mais de 3.000 engenheiros e cientistas e 2.000 técnicos de suporte. Dois terços deles trabalham em nossa Estação Experimental em Willmington, Delaware. Este é o local de quase todas as nossas principais descobertas. Este incrível registro de realizações é um tributo à vontade política da companhia de apoiar um empreendimento que é inerentemente imprevisível e inevitavelmente de alto risco*<sup>14</sup>. O investimento da DuPont em Pesquisa e Desenvolvimento corresponde a 3% do faturamento (faturamento mesmo, e não lucro líquido) da companhia.

Edwin Mansfield, da Universidade da Pensilvânia realizou um estudo sobre as fontes de idéias para inovação tecnológica<sup>15</sup>. Verificou que menos de 10% dos novos produtos ou processos introduzidos por empresas nos Estados Unidos tiveram contribuição essencial e imediata de pesquisas acadêmicas. Portanto 9 em cada 10 inovações nasce na empresa. Diz ele: *“.. a maioria dos novos produtos ou processos que não poderiam ter sido desenvolvidos sem o apoio de pesquisa acadêmica não foram inventados em universidades; ao contrário, a pesquisa acadêmica forneceu novas descobertas teóricas ou empíricas e novos tipos de instrumentação que foram usados no desenvolvimento, mas nunca a invenção específica ela mesma. Isto dificilmente vai mudar. O desenvolvimento bem sucedido de produtos ou processos exige um conhecimento íntimo de detalhes de mercado e técnicas de produção, bem como a habilidade para reconhecer e pesar riscos técnicos e comerciais que só vem com a experiência direta na empresa. Universidades não tem esta expertise e é irrealista esperar que possam obtê-la*<sup>16</sup>.

O entendimento de que a pesquisa aplicada e o desenvolvimento necessários à criação de inovação tecnológica e competitividade deve ocorrer na empresa é um conceito ainda incipiente no Brasil. Acontece que, como a quase totalidade da atividade de pesquisa que ocorre no Brasil se dá em ambiente acadêmico, o senso comum tende à conclusão de que seria normal apenas universidades fazerem Pesquisa e Desenvolvimento. Ao mesmo tempo este equívoco tende a desviar as universidades da tarefa que só elas podem fazer, que é educar os profissionais que farão tecnologia na empresa, se esta lhes der uma chance para isto.

Muita ênfase tem sido posta no Brasil na questão da interação universidade – empresa, como um *deus ex-machina*, que viria a sanar as deficiências tecnológicas da empresa. Além disto, mitificou-se esta interação como sendo uma fonte de recursos para as universidades, em substituição aos recursos do governo, invocando-se a “experiência de universidades americanas”. Os dados mostrados na Tabela 4 desafiam estes dois conceitos que fazem parte dos mitos e lendas brasileiros sobre C&T.

Observa-se nesta tabela que dos 27,489 bilhões de dólares contratados para pesquisa em todas as universidades americanas em 1999, 2,048 bilhões, ou seja, 7,5% foram provenientes de contratos com empresas. O MIT, que é uma das instituições campeãs de interação com empresas, captou 18% de seu



orçamento de pesquisa através de contratos deste tipo. Do outro lado, estes 2,048 bilhões contratados por empresas com universidades, são menos de 1,4% dos quase 180 bilhões investidos em P&D nas empresas nos Estados Unidos naquele ano. Este pequeno percentual confirma que a pesquisa de que a empresa precisa é feita na empresa, por seus próprios cientistas e engenheiros.

O pequeno percentual de financiamento obtido da indústria pela universidade americana parece estar relacionado com as diferenças institucionais intrínsecas à natureza da universidade e da empresa.

Enquanto a missão fundamental da empresa na sociedade é a produção e a geração direta de riqueza, a missão fundamental e singular da universidade é formar pessoal qualificado. Um projeto de pesquisa só será adequado a esta missão quando ele contribuir ao treinamento de estudantes, o que restringe o número de projetos que sejam atraentes por parte das universidades. E. Mansfield destaca<sup>17</sup>: “Como vários líderes de indústria tem enfatizado repetidamente, um dos principais papéis da universidade no processo de mudança tecnológica é o de prover estudantes bem preparados”. Um destes líderes de empresa, ex-pró-reitor de pesquisa da Universidade de Stanford e cientista de renome na área de lasers e óptica não linear, ao ser questionado sobre o papel da Universidade de Stanford no sucesso do Silicon Valley afirmou<sup>18</sup>: “O mito é que a tecnologia de Stanford foi o que criou o sucesso do Silicon Valley. Entretanto um levantamento cobrindo 3.000 pequenas empresas encontrou apenas 20 companhias que usaram tecnologia vinda, direta ou indiretamente, de Stanford. O que Stanford contribuiu para o Silicon Valley foram estudantes talentosos e muito bem educados.”

Tabela 4. Valor dos contratos de pesquisa de universidades americanas em 1999, e valor contratado com empresas (Fonte: Science and Engineering Indicators, 2002).

	Total (US\$ milhões)	Indústria (US\$ milhões)	%Indus
<b>Total EUA</b>	<b>27.489</b>	<b>2.048</b>	<b>7,5%</b>
1. Univ of Michigan	509	34	6,7%
2. Univ of Washington	483	51	10,6%
3. UC Los Angeles	478	34	7,1%
4. Univ of Wisconsin	463	14	3,0%
5. UC-San Diego	462	31	6,7%
6. UC Berkeley	452	22	4,9%
7. Johns Hopkins	439	15	3,4%
8. J Hopkins App. P Lab	436	0	0,0%
9. Stanford University	427	32	7,5%
10. MIT	420	75	17,9%
13. Cornell	396	12	3,0%
19. Harvard University	326	12	3,7%
20. Columbia University	280	3	1,1%
42. CalTech	212	6	2,8%
79. Univ of New Mexico	116	3	2,6%

Outras diferenças importantes e naturais entre o ambiente acadêmico e a empresa são:

- realizar um projeto treinando estudantes muda completamente a escala de tempo de conclusão do projeto. Por outro lado a rapidez de conclusão é uma variável essencial do ponto de vista empresarial;

- o sigilo é essencial num projeto empresarial, enquanto que num projeto acadêmico o livre debate dos resultados é, e precisa ser, a norma;
- a motivação para a busca do conhecimento na universidade é muito mais desinteressada do que na empresa. Por isso a Pesquisa Fundamental acontece mais freqüentemente no ambiente acadêmico, enquanto que a Pesquisa Aplicada e o Desenvolvimento Tecnológico ocorrem mais freqüentemente na empresa.

Ainda assim deve-se notar que a interação universidade-empresa é importante para a universidade na medida em que contribui para a melhor formação dos estudantes, e isto é razão suficiente para buscar sua intensificação. Do outro lado, esta interação pode contribuir para levar a cultura de valorização do conhecimento para a empresa. Mas é essencial evitar a ilusão de que esta interação será a solução para os problemas de financiamento da universidade e de tecnologia da empresa. A verdade é que o principal mecanismo para a interação entre a universidade e a empresa é a contratação dos profissionais formados nas universidades pelas empresas.

Mesmo que os dados acima indiquem limitações intrínsecas na intensidade da contratação de projetos de pesquisa empresariais por universidades, é preciso destacar que há várias outras modalidades de interação que podem e precisam ser mais exploradas no Brasil. Tem especial relevância as atividades de consultoria, nas quais o professor (ou a universidade) vende parte de seu tempo à empresa, freqüentemente realizando as atividades na própria empresa. Mesmo que muitas universidades brasileiras tenham provisões legais para este tipo de atividade, ela não tem sido muito intensa, tanto porque a cultura acadêmica muitas vezes impõe obstáculos tanto porque a demanda pela empresa tem sido reduzida. É claro que a atividade de consultoria só pode fazer sentido para a empresa quando esta tiver suas atividades de P&D e necessitar de complementação ou conhecimentos específicos – quando não existe P&D na empresa a consultoria tende a ser inefetiva.

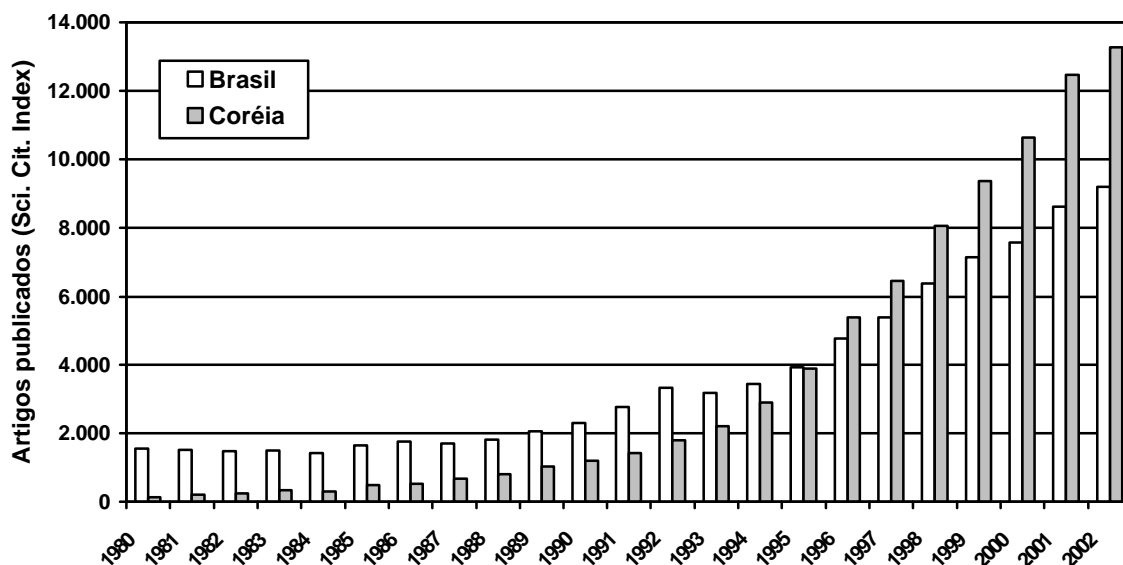


Figura 4. Número de publicações em revistas do Science Citation Index, cujo endereço institucional é no Brasil e Coréia.

### A ciência brasileira avança mas a competitividade não

Um resultado da distorção na distribuição institucional de C&E no Brasil é que ao passo que a ciência feita no Brasil tem ocupado progressivamente mais espaço no panorama mundial, a competitividade da empresa e sua capacidade de gerar riqueza não tem avançado da mesma maneira. O avanço da ciência brasileira já foi bem documentado no livro de Leopoldo de Meis e Jaqueline Lehta<sup>19</sup>.

A Figura 4 ilustra este avanço, usando dados obtidos no Science Citation Index em CD-Rom, da Biblioteca do Instituto de Física da Unicamp, corroborando os dados de De Meis e Lehta.

Observa-se claramente o efeito da política brasileira de formação de recursos humanos para C&T, e da colocação destas pessoas principalmente em universidades: o número de publicações cresceu de um patamar histórico em torno de 2.000 por ano na década de 80, para quase 7.000 trabalhos publicados em 1998, valor muito superior ao dos vizinhos latino americanos. Outro ponto a ser notado na Figura 4 é o excepcional crescimento da produção científica da Coréia do Sul, chegando a suplantar o Brasil em 1996. É notável que mesmo que naquele país a maior parte dos C&E trabalhem para empresas, a produção científica em revistas indexadas tenha experimentado crescimento intenso.

Na produção de inovação tecnológica a história já é bem outra. Uma maneira internacionalmente reconhecida para se medir a intensidade da inovação, é a contagem do número de patentes registradas em mercados competitivos. A Figura 5 mostra o número de patentes com origem no Brasil e na Coréia do Sul, registradas nos Estados Unidos ano a ano, desde 1980. No início da década de 80, os dois países registravam perto de uma dezena de patentes anualmente nos Estados Unidos. A partir de 1985 o

crescimento do número de patentes coreano cresce exponencialmente, de maneira fortemente correlacionada com o investimento empresarial em P&D, também mostrado na mesma figura. Sendo a maior parte do investimento em P&D a parcela correspondente ao pagamento de salários dos C&E, a curva crescente de investimento empresarial em P&D descreve o aumento no número de C&E trabalhando para empresas na Coreia do Sul. É fácil imaginar que mais pesquisadores terão mais idéias e portanto gerarão mais patentes. Por outro lado, as curvas correspondentes ao Brasil demonstram como o reduzido número de C&E empresariais resulta num pequeno número de patentes.

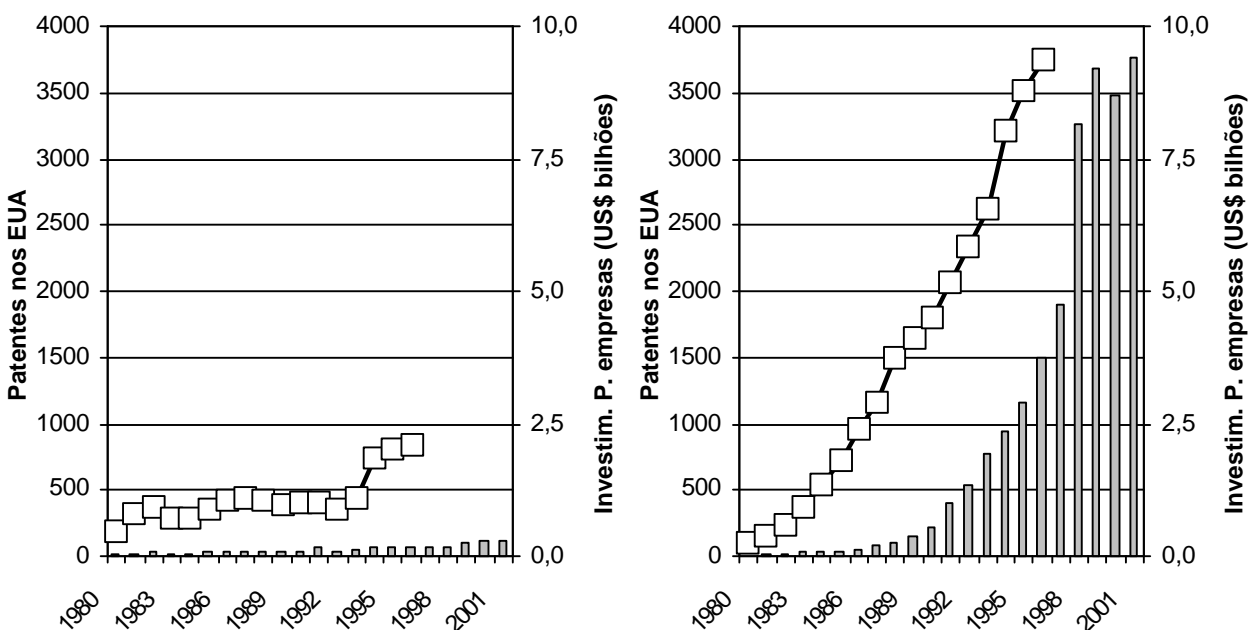


Figura 5. Número de patentes registradas anualmente nos Estados Unidos e dispêndio empresarial em P&D para Brasil e Coreia do Sul<sup>20</sup>

Na Figura 5 é notável a correlação entre o número de patentes e o dispêndio em P&D pela empresa em ambos os países. Uma visão mais geral é mostrada na Figura 6 onde se mostra o número de patentes registradas nos EUA em função do investimento anual em P&D realizado pelas empresas para uma coleção de 24 países. A curva de tendência é bem nítida, e observa-se que o caso brasileiro se afasta da tendência para menos, sendo que o Brasil registra quase 3 vezes menos patentes do que seria de se esperar para o investimento reportado pelas empresas.

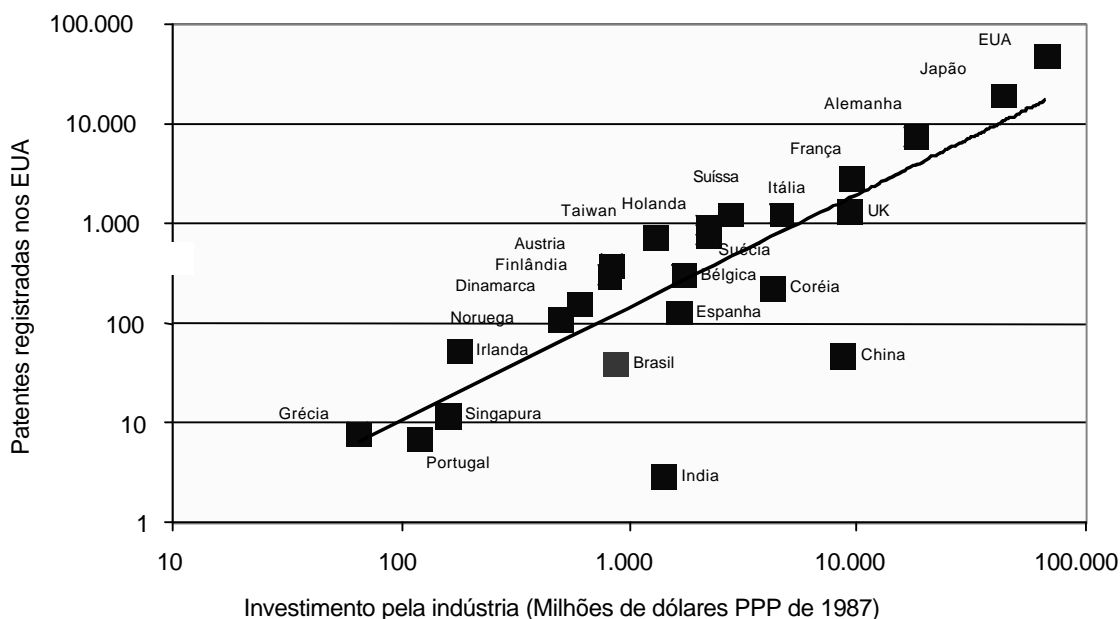


Figura 6. Número de patentes registradas nos EUA em função do investimento em P&D realizado pelas empresas em cada país (Fontes: número de patentes: Patent counts by country, USPTO, Aug. 1997; Investimento empresarial em P&D: referências 10 e 11).

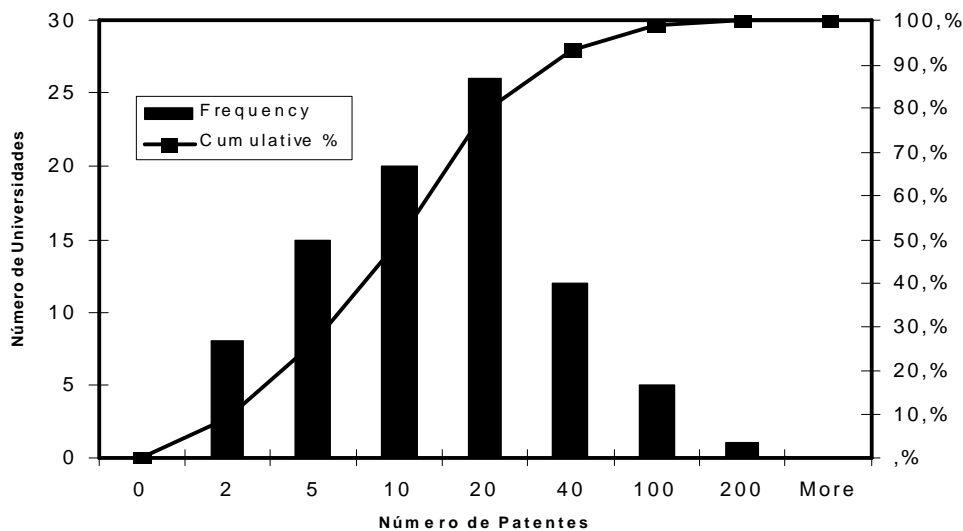


Figura 7. Histograma do número de patentes registradas no ano de 1994 por universidades nos EUA.

Patentes são um produto típico do ambiente de P&D empresarial, e não do ambiente acadêmico. Em 1994, das 53.236 patentes registradas nos EUA, 1.604 foram originadas em universidades – 3% do total. A Figura 7 mostra o número de patentes que universidades americanas registram anualmente. O pico da curva mostra que 25 universidades registraram entre 20 e 30 patentes no ano em questão. Apenas 6

universidades registraram mais de 100 patentes. Mesmo que as universidades busquem ampliar seus registros de propriedade intelectual, ainda assim a natureza da instituição universitária exige a abertura e ampla divulgação dos resultados. Estas 6 universidades americanas que registram 100 ou mais patentes publicam anualmente milhares de artigos científicos divulgando seus resultados.

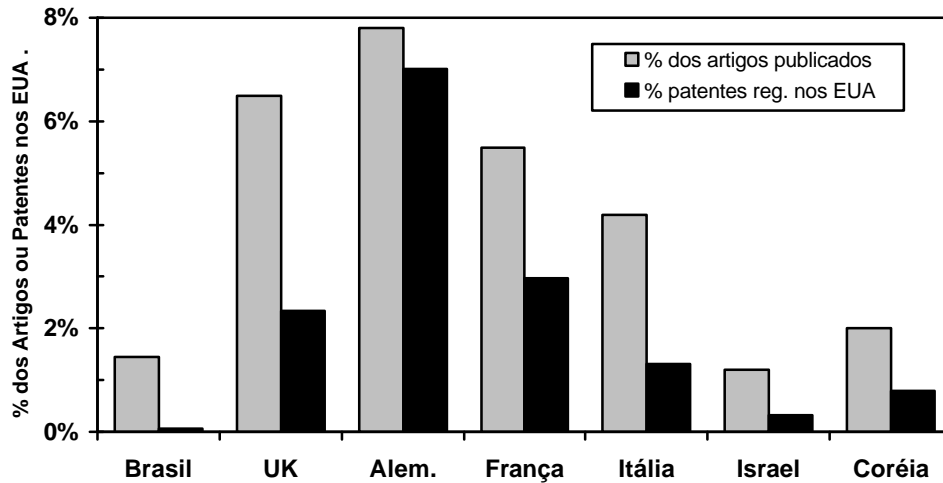


Figura 8. Participação mundial em artigos publicados em revistas do Science Citation Index e patentes registradas nos Estados Unidos.

A Figura 8 resume o quadro geral da produção de Ciência e de Tecnologia segundo os dois indicadores usados aqui. O Brasil aparece no mapa da ciência mundial, mas é quase inexistente no mapa da tecnologia mundial – resultado direto do pequeno número de C&E ativos em P&D nas empresas.

### O Investimento em P&D no Brasil – Financiadores e Executores

O primeiro cuidado neste ponto é o de identificar corretamente o investimento em P&D, o qual é diferente do investimento em C&T, tradicionalmente divulgado no Brasil. Os manuais editados pela OCDE<sup>21</sup> tratam de estabelecer as definições das categorias de interesse relacionadas às estatísticas sobre insumos e resultados em Ciência e Tecnologia (C&T) e também em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Para se estabelecer referências internacionais adequadas, é essencial cuidar da compatibilidade das definições das categorias que estão sendo medidas.

A categoria C&T é definida de maneira bem mais ampla do que a categoria P&D – na verdade a categoria C&T compreende completamente a categoria P&D, mas a excede. De maneira simplificada, podemos atribuir à categoria P&D as atividades criativas relativas à C&T: o investimento para criar conhecimento e tecnologia pertence à categoria P&D e também à categoria C&T, enquanto que o investimento para comprar tecnologia pronta pertence à categoria C&T mas não à categoria P&D. Muita confusão tem sido feita no Brasil entre estas duas categorias e freqüentemente tem sido comparados dados relativos à C&T brasileiros

com dados relativos a P&D de outros países. Somente recentemente o Ministério da Ciência e Tecnologia passou a divulgar os dados de investimento em P&D brasileiros<sup>22</sup>

Tabela 5. Fontes financiadoras e Executores de recursos de C&T nos Estados Unidos em 2000 (Fonte: Science and Engineering Indicators, National Science Board, Washington, DC, 2002).

Financiado por		Governo	Empresas	Universidades	Outros	Total
Valor financiado		69.627	181.040	5.969	7.986	264.622
Executado por	Governo	19.143	0	0	0	19.143
	Empresas	22.210	177.645	0	0	199.855
	Universidades	23.276	2.310	5.969	4.400	35.955
	Outros	4.997	1.085	0	3.586	9.668

Valores em milhões de dólares de 2000

Além do cuidado com as categorias, o levantamento dos indicadores relativos a investimentos nacionais em P&D deve buscar a identificação das fontes e dos executores do investimento. É fácil entender que em geral, governos são fortes investidores, mas fracos executores, a execução dos recursos investidos pelos governos ocorrendo freqüentemente por universidades e empresas. O mapeamento correto destas funções é essencial quando se pretende conhecer em detalhe um sistema nacional de C&T e também quando se realizam comparações internacionais. Como ilustração mostramos na Tabela 5 os dados sobre setor financiador e setor executor para o caso dos Estados Unidos.

Um demonstrativo como a Tabela 5 permite aprender vários fatos interessantes sobre o Sistema de C&T norte-americano:

- Do valor total empregado para P&D nos Estados Unidos, 26% são recursos provenientes do governo federal e 68% de empresas.
- Do valor financiado pelo governo, 32% se destina à execução em empresas e 33% a universidades. O valor financiado pelo governo para execução em empresas refere-se principalmente à compra de desenvolvimento tecnológico pelo governo americano. Este tipo de compra se constitui num importante subsídio ao desenvolvimento tecnológico na empresa nos Estados Unidos.
- Do valor financiado pelas empresas, 98% é executado pelas próprias empresas e 1,3% por universidades. Estes percentuais são especialmente importantes, pois indicam claramente que a pesquisa de interesse da empresa é realizada na própria empresa e não por contrato com universidades ou centros de pesquisa.
- Do valor executado por empresas, 89% provém de recursos próprios e 11% de recursos financiados pelo governo. Portanto, mesmo que haja recursos do governo financiando a pesquisa em empresas, a maior parte dos recursos para isto provém da própria empresa.
- Dos recursos executados por universidades, 65% provém do governo federal e 17% das próprias universidades (em vários casos de universidades estaduais, recursos estaduais). Apenas 7,5% (neste ano de 2000) foram provenientes de empresas.

Tabela 6. Fontes Financiadoras e Executores de recursos de P&D no Brasil em 2000 (Fonte: Indicadores de Pesquisa e Desenvolvimento e Ciência e Tecnologia, 2000 (MCT, 2002)).

Financiado por Valor financiado		Governo 6.894,5	Empresas 4.372,3	Universidades 188,5	Outros n.d.	Exterior n.d.	Total 11.455,3
Executado por	Governo	2.102,5	-	-	n.d.	n.d.	2.102,5
	Empresas	8,1	4.277,7	-	n.d.	n.d.	4.285,8
	Universidades	4.712,0	94,6	188,5	n.d.	n.d.	4.995,1
	Outros	71,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,9

Valores em milhões de R\$ de 2000

Os dados relativos ao ano de 2000 para os dispêndios na categoria P&D (e não C&T) são mostrados na Tabela 6, na qual destacamos:

- Valor total financiado pelo governo: 6.894,5 milhões de reais (correntes). Inclui-se aqui a soma dos recursos federais e estaduais (fap's, institutos de pesquisa, ..), sempre para a categoria P&D.
- Do valor financiado pelo governo, 0,12% foi executado por empresas, 30% foi executado por órgãos do governo e 68% por universidades. Estes 0,12% executados por empresas levam a crer que não estão computados na tabela os valores referentes à renúncia fiscal praticada pelo governo federal em função das Leis de Incentivo à P&D empresarial..
- Valor executado por empresas: foi, em 2000, 4.285,8 milhões de reais de 2000, sendo 99,8% financiado com recursos próprios e 0,2% . Este pequeno percentual pode estar relacionado à não inclusão na tabela dos recursos oriundos de renúncia fiscal como foi comentado acima.
- Do valor financiado por empresas, 2,1% foi dirigido a universidades e 97,9% executado na próprias empresas. Estes percentuais são comparáveis com aqueles praticados pelas empresas nos EUA, mostrados na Tabela 5.

### Quando a empresa tem seus Cientistas e Engenheiros e investe em P&D

É importante mencionarmos alguns exemplos que ilustram que quando a empresa tem uma política de valorizar as atividades de P&D, contratando seus próprios C&E, há ganhos a serem obtidos. Há vários destes casos no Brasil – basta lembrar a tecnologia da Petrobrás em extração de petróleo em águas profundas, as empresas de base tecnológica em São Carlos e Campinas, nascidas em torno e das universidades ali existentes, várias empresas do setor de alimentos, e muitas outras que incorporam conhecimento diariamente a seus produtos e processos. Três exemplos com informações mais específicas são ilustrativos.



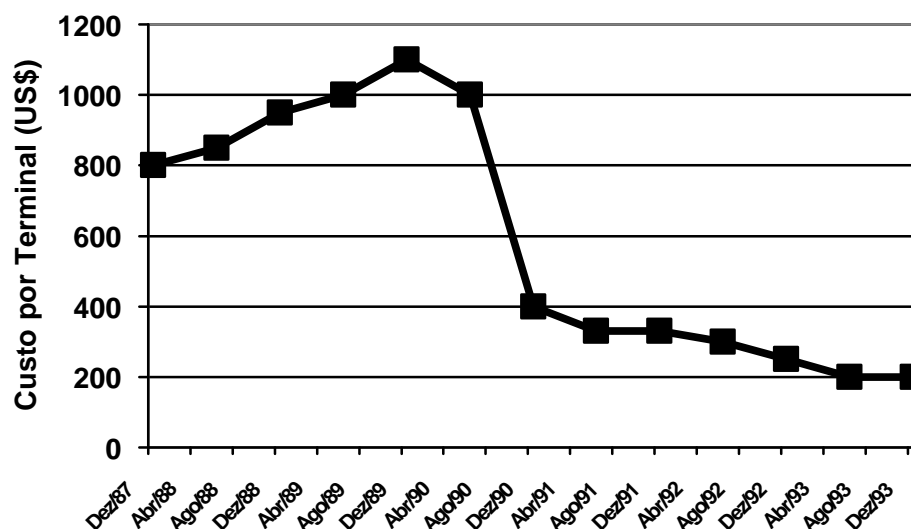


Figura 9. Custo por terminal telefônico instalado pelas empresas do Sistema Telebrás antes e após o licenciamento da tecnologia Trópico, desenvolvida pelo CPqD.

O primeiro exemplo é o do antigo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás, hoje Fundação CPqD. Ali se desenvolvem produtos e processos relacionados aos objetivos da companhia, desde fibras ópticas e antenas até software para tarifação e gerenciamento de sistemas telefônicos. Um dos projetos mais bem sucedidos e de impacto facilmente mensurável vem sendo a Central Telefônica Trópico, desenvolvida por engenheiros formados principalmente pela Escola Politécnica da USP, pela Unicamp e pelo ITA. Trata-se de uma central telefônica de processamento armazenado (CPA) muito moderna e capaz de vencer em concorrências competidores internacionais tradicionais deste mercado, como Ericsson, NEC, Philips e outros. A Telebrás não é um fabricante de equipamentos, portanto licenciou a fabricação da Trópico a empresas no Brasil (Promon e Alcatel, por exemplo). Este licenciamento começou em Julho de 1990. A Figura 9 mostra o que aconteceu com o custo de cada terminal telefônico instalado pelas empresas do Sistema Telebrás (Telesp, Telerj, ...) após o licenciamento. A economia em cada terminal chega a 1.000 dólares. Anualmente são instalados no Brasil mais de 700.000 terminais – portanto um projeto do CPqD, feito por engenheiros bem educados em nossas universidades economiza para as operadoras de telecomunicações no Brasil mais de 700 milhões de dólares por ano, mais do que dez vezes mais do que o custo anual de todo o CPqD.

O segundo exemplo é o avião a jato EMB145, desenvolvido pela Embraer, em São José dos Campos. Trata-se de um avião a jato para 50 passageiros, destinado ao promissor mercado de vôos regionais<sup>23</sup>. Lançado no início de 1997 tornou-se imediatamente um sucesso de vendas – dezenas de unidades vendidas para empresas em todo o mundo, mais centenas em opções para compra futura. Engenheiros bem formados pelo ITA, trabalhando numa empresa que valoriza P&D, gerando riqueza para o país e para a empresa.



*Figura 10. Jato regional EMB145 desenvolvido e fabricado pela Embraer.*

O terceiro exemplo é o da tecnologia de fabricação de fibras ópticas. Este envolve a participação da universidade, pois o projeto nasceu na Unicamp, através de um convênio estabelecido em 1974 como Telebrás. Este projeto foi descrito por Krieger e Galembeck como “*um dos poucos e talvez o melhor exemplo de programa de P&D bem sucedido, no País*”<sup>24</sup>. Iniciado na universidade, passou para um centro de pesquisa de empresa estatal e depois a tecnologia foi licenciada para empresas privadas que passaram a cuidar dos futuros desenvolvimentos.

A peculiaridade importante aqui foi que a transferência de tecnologia se deu com a transferência de pessoas. Hoje, altos dirigentes da ABC Xtal, a primeira empresa a fabricar fibras ópticas no Brasil, são pesquisadores que lideraram o projeto na Unicamp nos anos setenta, como professores universitários. Além destes, técnicos e alunos formados migraram da universidade para a empresa, num processo enriquecedor para ambas as instituições (mesmo que na época houvesse sempre a voz dos arautos do “desastre engendrado pelo esvaziamento da universidade”). Hoje a ABC Xtal e outras empresas continuam fabricando fibras ópticas e desenvolvendo seus produtos e processos, e para isto, empregando egressos de nossas universidades.

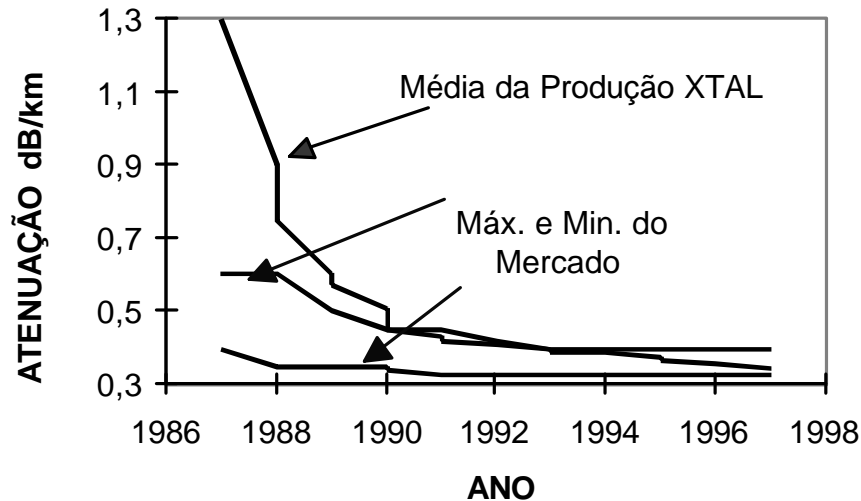


Figura 11. Uma das características técnicas das fibras ópticas fabricadas pela ABCXtal, mostrando como o esforço contínuo de desenvolvimento da tecnologia levou a empresa a um patamar competitivo.

A Figura 11 mostra como uma característica técnica importantíssima, a atenuação da fibra, evoluiu desde 1987, quando a ABC começou a produzir fibras até hoje. Pode-se ver que a produção da ABC chegou a um patamar bastante competitivo como resultado de um esforço continuado de P&D. Da mesma maneira, a Figura 12 mostra como o preço de venda da fibra fabricada foi reduzido até chegar a um valor competitivo.

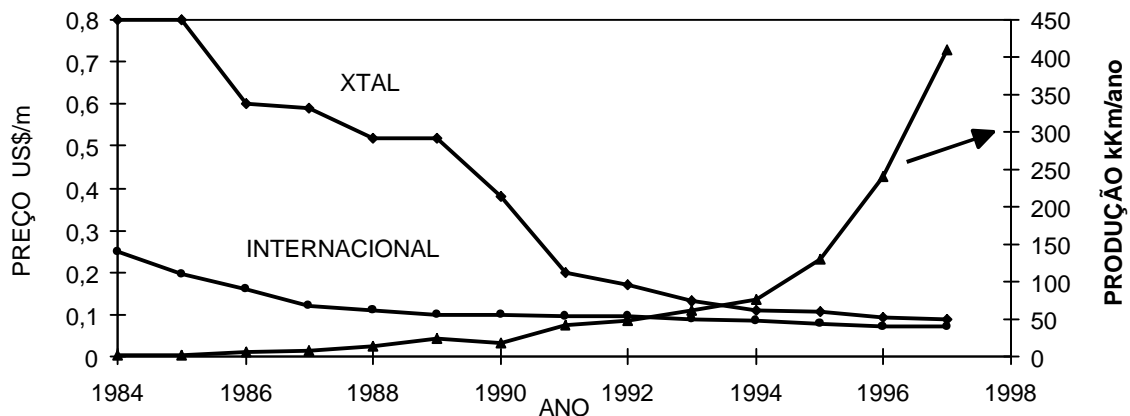


Figura 12. Preço da fibra fabricada pela ABCXtal em comparação com o preço internacionalmente praticado, e curva da evolução da produção de fibra pela ABC.

Várias outras empresas no Brasil tem demonstrado resultados muito relevantes a partir de atividades internas de P&D. Algumas delas são: Petrobrás, Itaotec, OPP, SMAR, Gradiente, empresas do cluster aeroespacial de São José dos Campos como Mectron, Avibrás e Equatorial, empresas do cluster de telecomunicações em Campinas como AsGa, PadTec, Fotônica, KOM Lux, Optolink e FiberWork, ou a Optoeletrônica de SãoCarlos, e várias outras.

## A necessidade do apoio estatal à atividade de P&D empresarial

Se o lugar da Ciência e da Educação é a Universidade, o lugar do Desenvolvimento de Tecnologia é por excelência a empresa. O elemento criador de inovação é o cientista ou engenheiro que trabalha em P&D nas empresas, sejam elas voltadas para produtos ou serviços. Assim é que, nos EUA, dos 960.000 cientistas e engenheiros trabalhando em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), 760.000 (80% do total) trabalham para empresas.

A posição central da empresa na geração de inovação tem sido demonstrada por vários autores desde Adam Smith, passando por levantamentos realizados pela National Science Foundation e até mesmo pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) no Brasil. Além disso tem papel fundamental num Sistema Nacional de Inovação a universidade, como formadora dos cientistas e engenheiros, e como geradora de novas idéias.

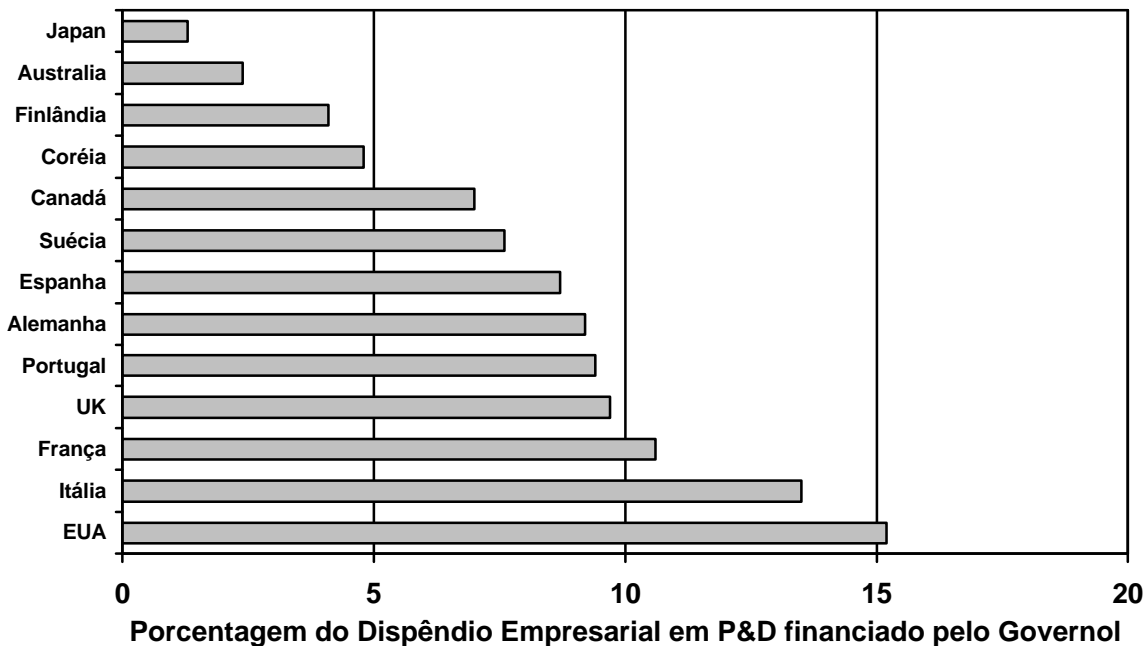


Figura 13. Porcentual do Dispêndio em P&D empresarial financiado pelo estado em alguns países da OCDE (Fonte: S&T and Industry Outlook, 2000 (OECD, 2000)).

Nos países da OCDE o dispêndio empresarial em P&D é quase dois terços do dispêndio total dos países em P&D, e tem crescido a cada ano. No Canadá o crescimento tem sido de 7% por ano, desde 1981, nos Estados Unidos 4,3% por ano. Na Finlândia, país que foi classificado em primeiro lugar no Índice de Avanço Tecnológico da ONU em 2001, 11% por ano.

Por outro lado, no caso brasileiro é forçoso considerar as dificuldades estruturais presentes para o avanço da tecnologia. Em primeiro lugar nosso sistema de Ciência e Tecnologia é reduzido em termos de recursos humanos qualificados – contamos apenas com algo em torno de 125.000 cientistas e engenheiros ativos em pesquisa e desenvolvimento. Esta quantidade corresponde somente a 0,14% da Força de Trabalho ativa, e

se compara muito desfavoravelmente com o existente em outros países como a Espanha (0,24%), Coréia do Sul (0,37%), Itália (0,31%) ou EUA e Japão (0,75%). Em segundo lugar, a atividade de pesquisa e desenvolvimento concentra-se no ambiente acadêmico de universidade e institutos de pesquisa. Estas duas instituições são elementos essenciais em qualquer Sistema Nacional de Inovação, mas não suficientes: falta-nos a presença da empresa como ator decidido e determinante na arena da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

Enquanto em nosso país há, talvez, 29.000 cientistas e engenheiros atuando em P&D em empresas, a Coréia do Sul, países de industrialização recente, apresenta 94.000 destes profissionais, enquanto que nos Estados Unidos há quase 800 mil cientistas e engenheiros fazendo P&D nas empresas. Cabe destacar o ambiente econômico instável, extremamente desfavorável e até mesmo hostil, para que as empresas realizem investimentos de retorno certo, mas em prazo muitas vezes longo, como são os investimentos em P&D.

Daí a necessidade, mais intensa ainda do que no mundo desenvolvido, do apoio estatal às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento em empresas. Nos Estados Unidos, dos 69 bilhões de dólares anuais que o governo federal investe em atividades de P&D, 22 bilhões vão para empresas americanas (Tabela 5). Neste caso principalmente através de uma política de encomendas tecnológicas, nas quais o governo compra das empresas produtos e seu desenvolvimento tecnológico. Este valor significa 15% do dispêndio total feito pelas empresas em P&D. Na Inglaterra o estado investe 1,5 bilhões de dólares anuais em P&D empresarial – 9% do dispêndio total empresarial em P&D. Na França são, anualmente, 1,6 bilhões de dólares de investimento do estado em P&D nas empresas – 11% do total despendido pelas empresas. Na Alemanha 2 bilhões anuais – 9% do dispêndio empresarial (Figura 13).

Estes percentuais, mostram que o estado costuma, nos países desenvolvidos, estimular atividades de P&D empresariais, contribuindo para reduzir o alto risco inerente a esta atividade. Na média dos países da OECD hoje, 10% do dispêndio empresarial em P&D é financiado com recursos governamentais, através de vários métodos de subsídio, incluindo renúncia fiscal, política de encomendas tecnológicas e apoio à infraestrutura de pesquisa. O subsídio governamental é virtuoso, pois em média cada dólar investido pelo governo em P&D empresarial chama outros 9 dólares da empresa. O percentual de financiamento estatal à P&D empresarial já foi maior do que estes 10% presentes – em 1981 nos EUA chegou a 32%, na Inglaterra 30% e na França 25%.

Este tipo de subsídio é tão importante para os países desenvolvidos que no acordo da OMC, ao qual o Brasil subscreve (além disso tornou-se lei no país, o Decreto 1355 de 30 dez 94), há menção explícita à permissão de subsídios nacionais às atividades de P&D empresariais, desde que a OMC seja previamente notificada e o subsídio não ultrapasse 75% do custo total do projeto de P&D.

## **Como o Brasil poderia investir 2% de seu PIB em P&D: o papel da empresa**

Os dados mais recentes publicados pelo MCT mostram que em 2000 o Brasil investiu em atividades de P&D 1,05% de seu PIB. A Tabela 7 detalha estes investimentos, segundo a fonte dos recursos. O Dispêndio Público, originado na federação, estados e municípios, responde por 60% do total, atingindo 0,63% do PIB. O Dispêndio Empresarial responde por 40% do total, 0,42% do PIB.

Tabela 7. Dispêndios em P&D no ano 2000, classificados segundo a fonte dos recursos.

Setores	Valores (R\$ milhões de 2000)	Distr. Relativa (%)	% PIB
Total	11.455,20	100,0	1,05
Dispêndios Públicos	6.894,50	60,2	0,63
Dispêndios Federais	4.879,30	42,6	0,45
Orçamento	3.003,99	26,2	0,28
Pós-graduação	1.875,30	16,4	0,17
Dispêndios Estaduais	2.015,20	17,6	0,18
Orçamento	871,30	7,6	0,08
Pós-graduação	1.143,90	10,0	0,10
Dispêndios Empresariais	4.560,70	39,8	0,42
Empresas	4.372,30	38,2	0,40
Pós-graduação	188,50	1,6	0,02

Fonte: MCT, [http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/2\\_Recursos\\_Aplicados/tabelas/tab2\\_5\\_2.htm](http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/2_Recursos_Aplicados/tabelas/tab2_5_2.htm)

A Figura 14 compara o investimento total feito no Brasil em P&D com aquele praticado em alguns outros países e com a média praticada pelos países da OECD.

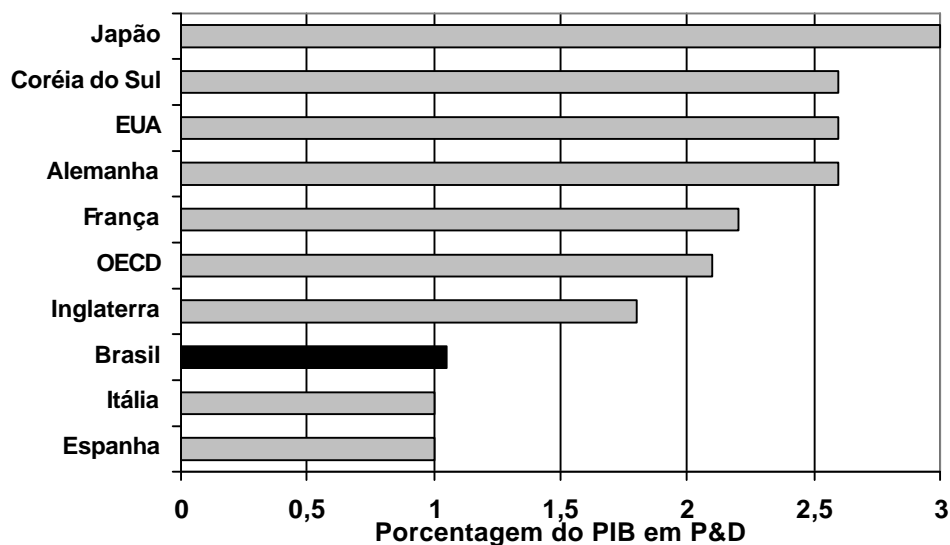


Figura 14. Comparação entre o investimento total (governo mais empresas) em P&D feito no Brasil e um conjunto de países e com a média praticada pelos países da OECD em 2000. (Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2002 e MCT – v. Tabela 7)

O investimento total é composto de pelo menos duas partes principais: a parte investida com recursos do governo e a parte investida com recursos da empresa (em alguns países há uma presença importante, mas sempre menor que 5% de investimentos trazidos do exterior). A Figura 15 mostra a comparação para o mesmo conjunto de países quanto ao investimento em P&D realizado com recursos do governo.

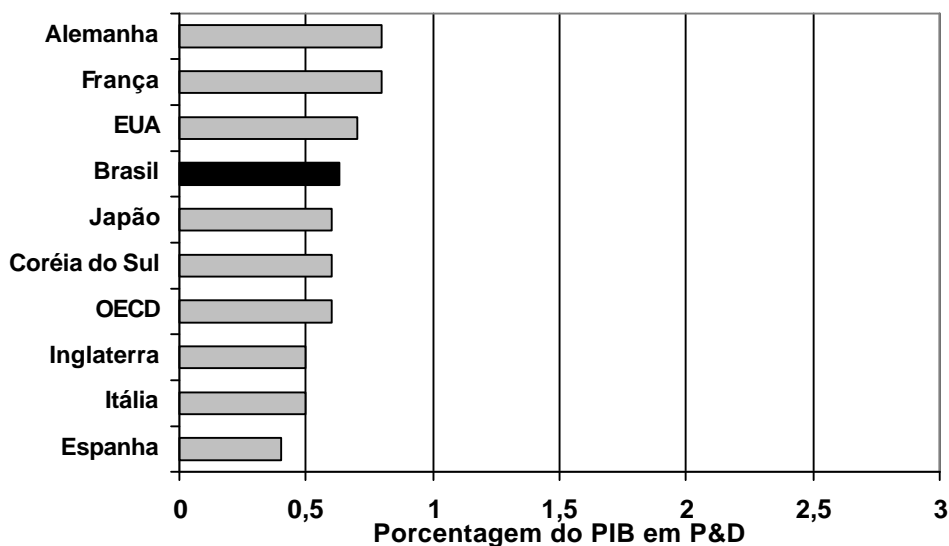


Figura 15. Comparação entre o investimento governamental em P&D feito no Brasil e um conjunto de países e com a média praticada pelos países da OECD em 2000. (Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2002 e MCT – v. Tabela 7)

Observa-se na Figura 15 que a dispersão entre o menor investidor e o maior investidor diminuiu consideravelmente quando comparada com aquela observada para o investimento total em P&D (Figura 14). Entre os países incluídos na comparação, aqueles que fazem o maior investimento governamental em P&D, Alemanha e França, investem 0,8% do PIB, enquanto que no Brasil se investe, com recursos do governo, 0,63% do PIB (Tabela 7).

O comportamento da dispersão entre o maior investidor e o menor investidor muda muito quando observamos o investimento realizado pela empresa em cada um dos países da comparação, conforme se demonstra na Figura 16. Aqui se observa que os países nos quais a empresa faz os maiores investimentos este valor chega a 2,2% do PIB, enquanto que o Brasil se alinha entre os de menor investimento empresarial, com 0,42% do PIB.

Como se vê, o grande déficit de investimento em P&D que se verifica no Brasil resulta do pequeno investimento feito pelo setor empresarial. Há importantes fatores na economia brasileira que restringem a capacidade da empresa de investir mais em P&D. Alguns destes fatores são a instabilidade das regras fiscais, as elevadas taxas de juros e as variações de direção da política industrial, seja esta explícita ou implícita. Além de todos estes fatores, no Brasil se pratica muito pouco o tipo de subsídios governamental à

P&D empresarial do qual tratamos acima.

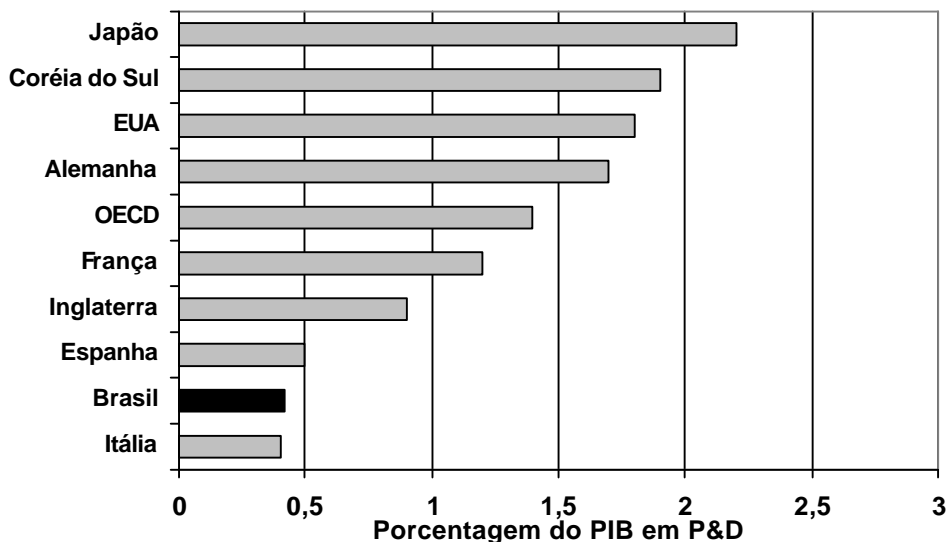


Figura 16. Comparação entre o investimento empresarial em P&D feito no Brasil e um conjunto de países e com a média praticada pelos países da OECD em 2000. (Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2002 e MCT – v. Tabela 7)

O apoio estatal à P&D empresarial em geral assume três formas complementares (Figura 17): (i) política de encomendas tecnológicas e contratos, (ii) incentivos fiscais e (iii) apoio à infraestrutura de pesquisa. A partir dos dados da OCDE<sup>25</sup> verifica-se que nos países onde o apoio estatal à P&D empresarial é maior ocorre mais a modalidade (i), enquanto que naqueles onde o apoio estatal é menor predomina a modalidade (iii).

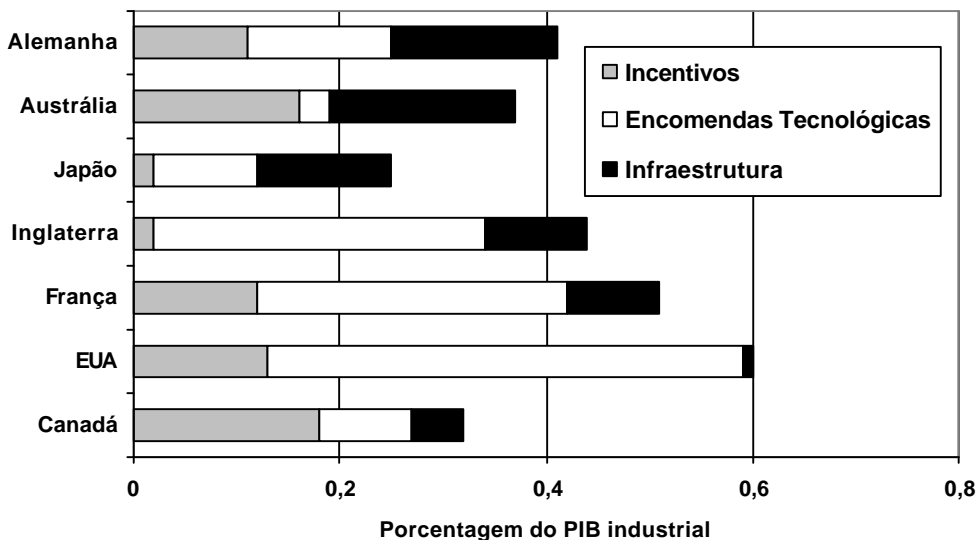


Figura 17. Apoio do governo à P&D empresarial, medido em unidades de porcentagem do PIB industrial de cada país, para alguns países da OECD (Fonte: Science, Technology and Industry Outlook 2002 (OECD, 2002)).

Nos países da OECD o subsídio governamental à P&D empresarial é feito de tal modo que os recursos governamentais não deslocam (“crowd-out”) os investimentos empresariais, mas os potencializam. Na



média, para cada dólar do contribuinte investido diretamente em subsídio à P&D empresarial as empresas investem mais 9 dólares, resultando num fator multiplicativo de 10 para o investimento total. Na Figura 17 pode-se verificar que este apoio governamental vai de 0,25% (caso do Japão) a 0,6% do PIB industrial (caso dos EUA).

*Tabela 8. Ensaio de valores para subsídio à P&D industrial e resultado investido total, usando como exemplo os dados praticados por alguns países da OECD mostrados na Figura 17.*

Descrição	Valor	%PIB
PIB nacional (2002, milhões de reais) [A]	1.346.028	100%
PIB Industrial (2002, em milhões de reais) [B=0,34*A]	457.650	34%
Subsídio médio da OECD (% PIB industrial) [C]	0,60%	
Valor do subsídio (milhões de reais) [D=C*B]	2.746	0,20%
Fator de multiplicação para contrapartida empresarial [E]	5	
Investimento empresarial em P&D (milhões de reais) [F=E*D]	13.729	1,02%
Investimento total em P&D empresarial [G=F+D]	16.475	1,22%

Na Tabela 8 mostra-se um ensaio, rudimentar mas ilustrativo das possibilidades depolíticas de incentivo à P&D empresarial, para o caso do Brasil, usando-se como parâmetros os percentuais praticados em países da OECD para o subsídio à P&D industrial. Com um subsídio de 0,2% do PIB nacional, no valor de R\$ 2,746 bilhões, poder-se-ia obter um investimento empresarial de R\$ 13,729 bilhões, totalizando um valor investido em P&D industrial de R\$ 16,475 bilhões, ou seja 1,22% do PIB nacional de 2002. Considerando-se que o dispêndio público em P&D esteve, em 2000, em 0,63% do PIB nacional (Tabela 7), o subsídio ilustrado na Tabela 8 adicionaria 0,20% a este valor, levando o dispêndio público a 0,83% do PIB. Com isto o investimento total em P&D no Brasil chegaria a 2,05% do PIB nacional. Nesta situação o dispêndio industrial em P&D terá crescido de 0,40% do PIB para 1,22%, multiplicando-se por um fator 3, enquanto que o dispêndio público terá crescido 32%, de 0,63% para 0,83% do PIB. Elemento essencial para se obter este resultado será uma legislação para a aplicação do subsídio que garanta o fator multiplicativo 5 – a metade daquele que se observa na média dos países da OECD - entre o valor subsidiado e ao contrapartida em investimento industrial.

### **Os programas da FAPESP para o incentivo à pesquisa na empresa**

Desde 1995, em São Paulo, a FAPESP vem se preocupando em criar mecanismos para intensificar a disseminação do conhecimento, tornando-o mais acessível a empresas e, mais recentemente, à administração pública. Dois programas foram criados voltados à área empresarial: o Programa de Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) e o Programa de Inovação Tecnológica na Pequena Empresa (PIPE).

O Programa PIPE da Fapesp é um exemplo de apoio na modalidade (i) acima, através e contratos de P&D. No PIPE a Fapesp já apóia (até Março de 2002) 170 pequenas empresas (menos de 100 empregados) no Estado de São Paulo. O financiamento é da modalidade “sem retorno”, e o teto de cada contrato é de R\$ 375.000,00, recurso que pode ser usado pelo pesquisador na empresa para custear equipamentos,

materiais ou mesmo bolsas de estudo. Neste ano, pela primeira vez, uma das empresas apoiadas no PIPE (com dois projetos) chegará à casa dos 100 milhões de reais com seu faturamento. A empresa é a AsGa Microeletrônica, de Campinas, e seu principal produto é justamente aquele desenvolvido com o apoio do PIPE – modems ópticos multicanal. Quando a empresa entrou no programa em 1997 seu faturamento anual era de 6 milhões.

O PIPE é uma iniciativa importante, que demonstra o interesse empresarial pela atividade de P&D e os resultados que podem daí advir. Ao mesmo tempo é preciso uma estratégia para que o poder de compra do estado brasileiro seja usado para viabilizar empresas com capacidade de desenvolvimento de tecnologia, geradoras de competitividade e riqueza.

Os vários bons exemplos verificados no país mostram que para que se desenvolver a atividade de P&D empresarial no Brasil é necessário que na política de C&T nacional e na política para o desenvolvimento industrial se considere o papel central da empresa como pólo realizador de P&D. Só assim será possível tornar a transformação de conhecimento em riqueza uma atividade corriqueira no país.

### ***Programa de Parceria para Inovação Tecnológica***<sup>26</sup>

O primeiro programa instituído pela FAPESP na direção de facilitar a disseminação do conhecimento gerado em universidades e institutos de pesquisa foi o Programa de Parceria para Inovação Tecnológica. O PITE apoia projetos de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos com alto conteúdo tecnológico ou novos processos produtivos, propostos conjuntamente por uma empresa de qualquer porte e uma instituição de pesquisa do Estado de São Paulo. A FAPESP financia a parte do projeto a cargo da instituição universitária ou de pesquisa, enquanto a empresa parceira deve oferecer uma contrapartida financeira para custear a parte da pesquisa que lhe cabe desenvolver. Três modalidades de parceria são consideradas.

MODALIDADE 1: Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a Universidades/Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando a desenvolver inovação cuja fase exploratória esteja praticamente completada. Enquadram-se nesta modalidade os projetos cuja fase exploratória já foi completada pelo pesquisador ou pelo grupo de pesquisadores com recursos próprios ou de agências de fomento. Os investimentos adicionais no desenvolvimento da inovação devem ser justificados por meio de uma análise preliminar de custo-benefício, que será considerada como um elemento de priorização. A FAPESP financiará até 20% do custo do Projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

MODALIDADE 2: Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a Universidades/Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando a desenvolver inovação associada a baixos riscos tecnológicos e de comercialização. Enquadram-se nesta modalidade tipicamente os projetos de inovação incremental, forçada pelo mercado, envolvendo normalmente as etapas de exploração e de certificação. Como elemento de priorização, será considerada a demonstração dos benefícios sócio-econômicos que o êxito do Projeto terá sobre o setor de

produção ou de serviços em que está inserido. A FAPESP financiará até 50% do custo do Projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

MODALIDADE 3: Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a Universidades/Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando a desenvolver inovação associada a altos riscos tecnológicos e baixos riscos de comercialização, mas com alto poder "fertilizante ou germinativo". Enquadram-se nesta modalidade os Projetos tipicamente de caráter revolucionário, cuja inovação resultante poderá causar um impacto significativo em todo um setor de atividades. Podem ser enquadrados nesta modalidade também Projetos de inovação incremental quando a empresa envolvida for de médio ou pequeno porte e quando da inovação resultar uma significativa contribuição sócio-econômica para o País. A FAPESP financiará até 70% do custo do Projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

Desde a sua implantação, já foram aprovados 48 projetos. É importante destacar que para este programa a FAPESP desenvolveu toda uma nova série de critérios de análise, voltada à natureza específica destes projetos, nos quais a relevância tecnológica, a aplicabilidade e o interesse da empresa parceira são itens novos de qualificação, que não existiam na análise dos projetos de natureza acadêmica.

Nos 48 projetos contratados, a FAPESP está investindo quase dez milhões de reais, valor semelhante ao comprometido pelas empresas parceiras, implicando numa contrapartida empresarial média em torno de 50%. Este percentual varia de projeto a projeto, em função da análise feita pela FAPESP sobre o risco intrínseco da pesquisa a ser desenvolvida. A contrapartida empresarial varia de 84% do total até 25% do total. O valor médio de cada projeto é de 400 mil reais e os projetos envolvem 12 instituições acadêmicas ou institutos de pesquisa, as principais sendo: USP (21 projetos), Unicamp (9 projetos), e Unesp (6 projetos).

Num dos projetos já concluídos, uma equipe do IPT desenvolveu para a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) um processo de produção e caracterização de aços elétricos (aços destinados a aplicações em motores e máquinas elétricas), que permitiu à empresa entrar num novo nicho de mercado com substancial faturamento anual. A descrição completa de todos os projetos contratados até Agosto de 1999 pode ser encontrada no Suplemento da publicação Notícias Fapesp<sup>27</sup>

### ***Programa de Inovação Tecnológica na Pequena Empresa<sup>26</sup>***

Iniciado em 1997, o PIPE é o primeiro programa da FAPESP que apoia a pesquisa para inovação tecnológica diretamente na empresa, através da concessão de financiamento ao pesquisador a ela vinculado ou associado. O alvo do PIPE são empresas com até 100 empregados, dispostas a investir na pesquisa de novos produtos de alto conteúdo tecnológico ou processos produtivos inovadores, capazes de aumentar sua competitividade e sua contribuição sócio-econômica para o país. O programa se destina a apoiar o desenvolvimento de pesquisas inovadoras a serem executadas por pequenas empresas sobre importantes problemas em ciência, engenharia ou em educação científica e tecnológica que, em caso de sucesso, tenham alto potencial de retorno comercial ou social. Os projetos podem ser desenvolvidos por

pesquisadores vinculados às empresas ou que a elas tenham de algum modo se associado para a realização do projeto.

O programa se justifica por ser a inovação tecnológica um instrumento reconhecido para o aumento da competitividade das empresas, condição para o desenvolvimento econômico e social do Estado de São Paulo. Trata-se de criar condições para incrementar a contribuição do sistema estadual de pesquisa para esse desenvolvimento. Dispensando contrapartida e, por isso, dirigido exclusivamente a pequenas empresas, o programa é complementar ao de financiamento de projetos de pesquisa em parceria entre a universidade e empresa. Por meio deste conjunto de programas, a FAPESP busca induzir um aumento significativo do investimento privado em pesquisa tecnológica.

Os projetos devem ser apresentados por pesquisador vinculado a empresa com menos de 100 empregados, e devem ser organizados contendo três fases:

FASE I: é uma fase inicial com duração de 6 (seis) meses e que visa a realização de pesquisas sobre a viabilidade técnica das idéias propostas e cujos resultados serão o critério principal de qualificação para a Fase II. Pelo menos dois terços das atividades desta fase deverão ser desenvolvidas pela pequena empresa proponente que poderá, assim, sub-contratar até um terço dos trabalhos de outras empresas, consultores ou instituições de pesquisa. Serão feitas, por ano, aproximadamente 20 concessões nesta fase com valor limite de R\$50 mil para cada concessão.

FASE II: é a fase de desenvolvimento da parte principal da pesquisa e terá duração de vinte e quatro meses. Pelo menos metade das atividades de pesquisa deverão ser desenvolvidas pela pequena empresa proponente que poderá, assim, sub-contratar até a metade dos trabalhos de outras empresas, consultores ou instituições de pesquisa. O valor máximo financiável nesta fase é de R\$200 mil para cada projeto, sendo as concessões feitas aos projetos de maior sucesso na FASE I. A previsão é de que cerca de um terço dos projetos apoiados na FASE I receberão apoio para a realização da FASE II. Serão priorizadas para apoio nesta fase, as propostas que documentem compromisso de apoio financeiro de alguma fonte para a realização da FASE III do projeto, caso a FASE II seja bem sucedida.

FASE III: é uma fase a ser realizada pela pequena empresa ou sob sua coordenação e que tem como objetivo desenvolver novos produtos comerciais baseados nos resultados obtidos na FASE I e na FASE II. A FAPESP não dará apoio financeiro de qualquer natureza a projetos nesta fase, mas poderá colaborar na obtenção de apoio de outras fontes caso os resultados da pesquisa comprovem a viabilidade técnica das idéias, bem como o seu potencial de retorno comercial ou social.

A resposta a este programa foi excepcional: lançado em 1997, após 6 editais já há 101 projetos contratados (41 destes já na Fase II).

É interessante observar que há uma concentração notável das localidades onde se sediam as empresas com projetos contratados em torno de universidades, consistente com a discussão feita acima sobre o papel da universidade como formadora de pessoal e por isso habilitadora do desenvolvimento tecnológico. A

Tabela 9 mostra que dos 101 projetos, 84 estão em municípios onde há tradicionais instituições públicas de ensino superior bem conhecidas por sua qualidade.

*Tabela 9. Distribuição das localidades sede das pequenas empresas com projetos contratados no programa PIPE da FAPESP (até Março de 2002).*

<b>Município</b>	<b>Quantidade</b>
São Paulo	66
Campinas e região	48
S. J. dos Campos e região	26
São Carlos e região	19
R. Preto e região	6
Outras	30
<b>Total</b>	<b>195</b>

O papel da universidade pública na formação do pessoal líder destes projetos também é facilmente verificável. A Tabela 10 mostra onde foram formados os líderes de 101 contratos do PIPE. Destes, 79 (79%) obtiveram a graduação em universidades públicas. Observe-se também que neste programa a FAPESP não exigiu titulação de doutor para os líderes de projeto, exigindo sim demonstrada capacidade e experiência no tema do projeto.

*Tabela 10. Formação dos líderes dos projetos do PIPE Fapesp.*

	<b>Graduação</b>	<b>Mestrado</b>	<b>Doutorado</b>
USP	44	32	28
Unicamp	10	16	6
Unesp	5	2	3
IFES e outras estaduais	20	18	8
Univ. Particulares	16	0	0
Univ. Exterior	5	6	16
Outras	1	0	0
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>74</b>	<b>61</b>

## **Conclusão**

A análise apresentada sobre as atividades e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento no Brasil permite concluir que além de haver poucos Cientistas e Engenheiros atuantes em P&D, há um percentual muito reduzido destes que trabalham, para empresas. Esta é uma das razões porque a competitividade tecnológica da empresa no Brasil é pequena, o que pode ser verificado através da contagem do número de patentes registradas com origem no Brasil nos Estados Unidos. O pequeno número de C&E empresariais no Brasil se correlaciona com o reduzido investimento empresarial em P&D. Nesta conjuntura, o esforço feito pelo poder público para a formação de recursos humanos qualificados, que mesmo sofrendo discontinuidades não pode ser considerado pequeno, acaba por ter pouca efetividade em trazer benefícios econômicos e sociais. Ao mesmo tempo que a ciência brasileira tem avançado e obtido mais destaque

internacional, a tecnologia não tem acompanhado esta evolução. Criticamos a concepção simplista de que a interação universidade-empresa poderá resolver a necessidade de tecnologia da empresa e a necessidade de financiamento da universidade, destacando que cada uma destas instituições tem culturas e missões que devem ser respeitadas. Mesmo assim a interação deve ser buscada pela contribuição que pode trazer à melhor educação dada pela universidade a seus estudantes, bem como para levar a cultura de valorização do conhecimento para a empresa.

O papel da universidade como educadora e no avanço do conhecimento não pode ser relativizado – é fundamental para que se possa ter P&D na empresa e para que o conhecimento humano avance em todas as áreas, naquelas de interesse empresarial ou social imediato e também naquelas onde o progresso do conhecimento ocorre por causa da curiosidade do ser humano.

Naturalmente, formar pessoas no nível superior de educação custa caro. No entanto, é um investimento que todos os países desenvolvidos fazem e continuarão a fazer, porque disso depende a manutenção de sua vitalidade científica, tecnológica e cultural. No Brasil, esse investimento não é apenas necessário: é insubstituível. E mais: já provou que tem retorno garantido. Foi o ensino superior público e gratuito excelente do ITA que fez do Brasil um dos principais fabricante se exportadores de aviões a jato do mundo com exportações de quase 2 bilhões de dólares em 2000. E foi o ensino superior público e gratuito excelente da ESALQ-USP, da Federal de Viçosa, da Unicamp, da UFMG e outras que educou as pessoas que, na Embrapa, fizeram da soja brasileira um empreendimento de alta tecnologia, atingindo exportações demais de 3 bilhões de dólares em 2000. É também o ensino superior público e gratuito, com os engenheiros da Coppe, UFRJ, USP, Unicamp e outras, que está fazendo o Brasil ser autosuficiente em petróleo, através de desenvolvimentos tecnológicos capitaneados pelo Centro de Pesquisas da Petrobrás, invejados em todo o mundo.

Não se deve atribuir a nenhum milagre o peso específico que o país ganhou — apesar de suas contradições sociais não resolvidas — a ponto de se estabelecer como a nona economia do mundo. Este salto se deve sobretudo à formação nas universidades de novos quadros profissionais e técnicos, em número ainda insuficiente, é verdade, mas efetivo. Imagine-se quando chegarmos (se chegarmos) ao patamar ideal. Mas para isso é preciso investir sem vacilação na educação superior e, sobretudo, em seu segmento que se mostrou mais eficiente até aqui — o público.

Programas de apoio à pesquisa na empresa tem sido bem aceitos por estas. A forte demanda pelo PIPE da Fapesp demonstra que a pequena empresa tem necessidade de desenvolver tecnologia e está pronta a utilizar os mecanismos de apoio postos à sua disposição.

Finalmente, o grande desafio em P&D no Brasil de hoje é como criar um ambiente que estimule a empresa ao investimento no Conhecimento para aumentar sua competitividade. O Estado brasileiro já realiza vultuosos investimentos na formação de pessoal qualificado (o país forma atualmente 7.000 doutores por ano) e em projetos de pesquisa fundamental e aplicada. Cabe à empresa aproveitar estas condições e convertê-las em competitividade, riqueza e desenvolvimento.

## Referências

---

- <sup>1</sup> S. Motoyama, A.I. Hamburguer e M. Nagamini, “Para uma História da Fapesp – Marcos Documentais”, p. 26(Fapesp, São Paulo, 1999).
- <sup>2</sup> Notícia publicada em O Estado de São Paulo em 9/9/99. O texto completo do discursos etá em <http://www.bog.frb.fed.us/boarddocs/speeches/1999/19990908.htm>.
- <sup>3</sup> D. Landes, “A Ética da Riqueza”, Entrevista nas Páginas Amarelas, Veja, 22 de Março de 2000.
- <sup>4</sup> C.I. Jones “Introdução à Teoria do Desenvolvimento Econômico” (Editora Campus, 2000).
- <sup>5</sup> Paul Romer, “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, 71-102 (1990).
- <sup>6</sup> S.N. Brisolla et al., *Indicadores Quantitativos de C&T no Brasil* in *Estudo Atual e Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil* (coord. S. Schwartzmann), MCT (1994). Disponível no Web em: <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm>.
- <sup>7</sup> Sistema de C&T no Brasil, IBICT, MCT (1993).
- <sup>8</sup> Resultados da Base de Dados da ANPEI, 1995 estão em <http://eu.ansp.br/~anpei/Link3.htm> ).
- <sup>9</sup> National Patterns of R&D Resources: 1996, NSF 96-333, Special Report (Table C-18)
- <sup>10</sup> Human Resources for Science and Technology: The European Region, NSF 96-316, Special Report (Arlington, Va, 1996).
- <sup>11</sup> Human Resources for Science and Technology: The Asian Region, NSF 96-303, Special Report (Washington, DC, 1993).
- <sup>12</sup> Home Page do Ministério da Ciência e Tecnologia da Coréia, em <http://134.75.163.2/policye4.html> .
- <sup>13</sup> Adam Smith, “A Riqueza das Nações”, (1776).
- <sup>14</sup> J. Miller, “Upset the natural equilibrium”, in *Innovation – breakthrough thinking at 3M, DuPont, GE, Pfizer and Rubbermaid*, ed. Rosabeth Kanter, J. Kao e F. Wiersema (Harper Business, New Yoprk (1997).
- <sup>15</sup> E. Mansfield, “Contributions of new technology to the economy”, in *Technology, R&D and the Economy*, ed. Bruce Smith e Claude Barfield. P. 125 (The Brookings Institutions, Washington, DC (1996).
- <sup>16</sup> E. Mansfield, “Contributions of new technology to the economy”, in *Technology, R&D and the Economy*, ed. Bruce Smith e Claude Barfield, p. 132 (The Brookings Institutions, Washington, DC (1996).
- <sup>17</sup> E. Mansfield, “Contributions of new technology to the economy”, in *Technology, R&D and the Economy*, ed. Bruce Smith e Claude Barfield, p. 132 (The Brookings Institutions, Washington, DC (1996)
- <sup>18</sup> Photonics Spectra, p. 24-25, April 1999
- <sup>19</sup> L. De Meis e J. Lehta, “O perfil da ciência brasileira” (Editora da UFRJ, 1996).
- <sup>20</sup> Fontes: para as patentes, Science and Engineering Indicators, 1996; para os dispêndios brasileiros, S.N. Brisolla et. Al., “Indicadores quantitativos de C&T no Brasil” in Estado atual e Papel Futuro da C&T no Brasil, org. S. Schwartzmann, (1994) – disponível em <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm> ; para os dispêndios coreanos: Human Resources for Science and Technology: The Asian Region, NSF 96-303, Special Report (Washington, DC, 1993)).
- <sup>21</sup> Medición de las Actividades Científicas e Tecnológicas - Manual de Frascati, OCDE (1993).
- <sup>22</sup> Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, 1990-1996, MCT, 1998.
- <sup>23</sup> Veja, 19 de Março de 1997 e A. Pascual, “Dogfight at the Gates”, Time Magazine, p. 28, November 17, 1997.
- <sup>24</sup> E. Krieger e F. Galembeck, “Síntese setorial: Capacitação para as Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico”, in *Estado Atual e Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil*

---

(EAPF), org. S. Schwartzmann (MCT, 1994) – disponível em <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm> .

<sup>25</sup> Science, Technology and Industry Outlook, 2000 (OCDE, 2000).

<sup>26</sup> Para mais detalhes sobre o programa, consulte a Home Page da FAPESP em <http://www.fapesp.br> .

<sup>27</sup> Notícias Fapesp nº 46, Suplemento Especial: Inovação Tecnológica (Setembro, 1999).